Le Baron Guy
de Thysebaert

38823/A

46531

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE;

Par M. l'Abbé NOLLET, de l'Académie Royale des Sciences, de la Société Royale de Londres, de l'Institut de Bologne, &c.; Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfants de France, & Professeur Royal de Physique Expérimentale au Collége de Navarre.

TOME SIXIEME.

NEUVIEME ÉDITION.

A PARIS,

Chez DURAND Neveu, Libraire, rue Galande, à la Sagesse.

M. DCC. LXXXVI.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

AVIS AU RELIEUR.

Les Planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant elles puiſſent ſortir entiérement du Livre, & ſe voir à droite dans l'ordre qui ſuit.

TOME SIXIEME.

	Pages.	*Planches.*
XVIII. LEÇON.	8	1
	12	2
	44	3
	62	4
	74	5
	96	6
	144	7
XIX. LEÇON.	176	1
	184	2
	194	3
	210	4
	228	5
XX. LEÇON.	250	1
	310	2
	338	3
	348	4
	382	5
XXI. LEÇON.	466	1
	484	2
	502	3

EXTRAIT DES REGISTRES de l'Académie Royale des Sciences.

Du 18 Janvier 1764.

MOnsieur BEZOUT & moi, qui avions été nommés pour examiner *le sixieme Volume des Leçons de Physique Expérimentale* de M. l'Abbé NOLLET, en ayant fait notre rapport, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de l'impression : en foi de quoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris, ce 18 Janvier 1764.

GRANDJEAN DE FOUCHY, Sécrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.

On trouvera le Privilege dans les Volumes précédents.

LEÇONS

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE.

XVIIIe LEÇON.

Sur les Mouvements des Aſtres & ſur les Phénomenes qui en réſultent.

APRÈS avoir traité de la lumiere dans les deux dernieres Leçons, il convient de donner dans celle-ci une idée des corps céleſtes qui en ſont comme la ſource principale, & de faire connoître les diverſes révolutions, ſoit réelles, ſoit apparentes, qui nous les montrent ſucceſſivement ſous différentes phaſes, & en diffé-

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

rents lieux du Ciel. Rien assurément n'est plus digne de notre curiosité que ce brillant spectacle que la nature fait éclater nuit & jour à nos yeux ; il est si beau, il est si magnifique, & le globe que nous habitons en est une si petite partie, qu'en y réfléchissant, un homme modeste n'oseroit croire qu'un si grand appareil ait été fait uniquement pour lui, & pour ceux de son espece.

Quel dut être l'étonnement de la créature raisonnable qui apperçut, pour la premiere fois, tant de merveilles autour d'elle ! Avec quel intérêt, avec quelle attention les premiers habitants de la terre ne durent-ils pas remarquer la variété de tous ces grands luminaires, leurs disparitions, leurs retours, l'accroissement & la diminution successive des uns, la splendeur constante & inaltérable des autres ! Faut-il s'étonner que l'Astronomie soit aussi ancienne que le monde ; que nous devions les premiers éléments de cette science à des gens grossiers, & qui n'avoient probablement pour toute disposition à cette étude, que beaucoup de loisir, &

la néceſſité de paſſer la nuit dans les champs (*a*) ?

XVIII. LEÇON.

La curioſité ſeule auroit fait ſans doute des Aſtronomes : mais l'inſpection des aſtres & la connoiſſance de leurs mouvements offroient aux hommes un avantage précieux, qu'ils ne pouvoient avoir autrement ; elles leur offroient un moyen commode de meſurer la durée de leur vie & celle de tout ce qui ſe paſſe dans la nature : les heures, les jours, les mois, les années, les ſiecles, &c. ne ſont autre choſe que des portions de temps indiquées, meſurées par les révolutions périodiques du ſoleil, de la lune, des étoiles, &c. ſans cela tous ces mouvements artificiels que nous nommons *Horloges*, ne nous ſeroient preſque d'aucune utilité, parce que n'étant juſtes que par imitation, ils ne le ſeroient plus, s'ils n'avoient point de modeles.

(*a*) On croit communément que ce furent les Bergers de Chaldée qui commencerent à obſerver le Ciel avec méthode ; ils y furent invités par la beauté de l'objet ; & la néceſſité de veiller à leurs troupeaux parqués pendant la nuit, leur en offrit l'occaſion & le loiſir.

XVIII. LEÇON.

Enfin la grandeur majeſtueuſe du firmament, la magnificence & l'harmonie qui regnent dans toutes ſes parties, ſont autant de prodiges qui nous rappellent ſans ceſſe la profonde ſageſſe & la toute-puiſſance du Créateur, & qui nous invitent à le reconnoître & à le glorifier : *Cœli enarrant gloriam Dei, &c.*

Ce n'eſt point un Traité d'Aſtronomie que j'entreprends de donner ici : nous en avons qui ſont écrits en François & de main de maîtres (*a*) ; j'y renvoie ceux qui ſe deſtinent à être Aſtronomes de profeſſion, ou qui voudroient s'inſtruire plus amplement de ce qui concerne le Ciel, & apprendre les différentes méthodes par leſquelles on acquiert & l'on perfectionne cette ſcience : je n'ai en vue pour le préſent que les perſonnes du monde à qui il convient de ſavoir ce qu'il y a de plus commun

(*a*) Elémens d'Aſtronomie, par feu M. de Caſſini, 1740.

Inſtitutions Aſtronomiques, par M. le Monnier, 1746.

Leçons élémentaires d'Aſtronomie, par feu M. de la Caille, 1761.

& de plus intéreſſant dans cette matiere, & qui n'ont pas le loiſir ou la commodité de puiſer ces connoiſſances dans les ſources. XVIII. LEÇON.

Je ſuppoſerai cependant que l'on connoît les principaux cercles de la ſphere céleſte, leur correſpondance avec ceux qu'on a imaginés pour diviſer la ſurface de la terre, les degrés de longitude & de latitude, &c. parce que ce ſont autant de connoiſſances qu'on ne manque gueres de faire entrer dans la premiere éducation, & que l'on trouve dans tous les traités les plus élémentaires de Géographie.

Syſtême aſtronomique.

ATTRIBUER aux corps céleſtes, des grandeurs, des poſitions, des diſtances, des mouvements tels qu'on en puiſſe tirer une explication plauſible de tous les changemens périodiques qu'on obſerve dans le Ciel, voilà ce qu'on appelle faire un ſyſtême aſtronomique : il eſt à préſumer que les premiers Obſervateurs ont été tentés d'en faire, & qu'on en a fait beaucoup avant que d'en trouver un qui pût s'accorder paſſablement avec les obſervations, & avec

XVIII. LEÇON.

les idées que les Physiciens avoient conçues des ressorts de la nature ; & comme par succession de temps les uns & les autres ont acquis de nouvelles connoissances, tel système Astronomique avoit pu paroître d'abord très-heureusement imaginé, qui par la suite s'est trouvé fort défectueux, soit parce qu'il ne quadroit plus avec les nouveautés qu'on découvroit de jour en jour, soit parce qu'il supposoit des choses dont on avoit reconnu l'impossibilité.

Tel fut, par exemple, celui qu'on attribue à Ptolémée (*a*), qui prenant toutes les apparences pour des réalités, faisoit tourner les Cieux en vingt-quatre heures autour de la terre, mouvement dont la rapidité a paru presqu'inconcevable & hors de vraisemblance, quand les distances des Astres à la terre ont été mieux connues (*b*).

(*a*) Célebre Mathématicien du deuxieme siecle, qui vivoit en Egypte.

(*b*) Un corps qui tourne réellement autour d'un centre fait, par chaque révolution, un trajet dont l'étendue égale plus de six fois celui qu'il auroit à faire pour aller directement au centre de sa circulation ; d'où il suit que si la

XVIII. LEÇON.

Je regarde comme une choſe inutile de rappeler ici les hypotheſes de cette eſpece, qui ſont tombées en diſcrédit, & de rapporter les raiſons qui les ont fait rejeter : je m'arrêterai tout d'un coup à celle qui convient le mieux à mon deſſein, & qui eſt généralement reçue aujourd'hui. Je ſuivrai la doctrine de Copernic (*a*), perfectionnée par Kepler & par les Aſtronomes de nos jours ; & pour la rendre plus ſenſible, & repréſenter plus aiſément les différents mouvements qu'on attribue aux

diſtance du corps *A* au point *C*, (*Fig.* 1.) eſt grande, & que la durée de la révolution entiere ſoit petite, comme cela eſt pour la plupart des Aſtres, la circonférence *A B D*, qu'il a à décrire, exige de lui qu'il ſe meuve avec une rapidité exceſſive & peu naturelle, qu'on ne doit point ſuppoſer quand on peut s'en paſſer.

(*a*) Grand Mathématicien, né à Thorn dans la Pruſſe royale, ſur la fin du quinzieme ſiecle. Il n'eſt pas le premier inventeur du ſyſtême qu'il a publié : fort long-temps avant lui on avoit penſé à faire tourner toutes les planetes autour du ſoleil ; mais il a perfectionné ces idées ; & après lui Kepler, autre Aſtronome Allemand, & Galilée, Philoſophe Italien, y ont fait encore beaucoup d'améliorations.

XVIII. LEÇON.

corps céleſtes, je ferai uſage d'un inſtrument que je nomme *Planétaire*, & que j'ai imité des *Orreries* (*a*) des Anglois : c'eſt une eſpece de tambour à douze faces ou côtés, (*Fig.* 2.) dans l'intérieur duquel eſt un aſſemblage de roues & de poulies, que l'on met en jeu par le moyen d'une manivelle.

Planétaire ou Orrerie.

Le deſſus de ce tambour eſt une platine de métal ordinairement peinte en bleu ; elle eſt mobile ſur ſon centre, qui eſt traverſé par une tige d'acier forée, longue d'un pouce & demi ou environ, & revêtue de deux canons de cuivre, l'un plus court que l'autre.

Ces deux canons qui tournent librement l'un dans l'autre & ſur la tige d'acier, reçoivent ſucceſſivement différentes pieces qui ſont miſes en mouvement par le rouage mentionné ci-deſſus.

(*a*) Le feu Docteur Deſaguilliers, qui faiſoit conſtruire de ces inſtrumens pour les amateurs, m'a dit qu'il les nommoit ainſi, parce que Milord Orreri, Seigneur Anglois, qui avoit du goût pour l'Aſtronomie, étoit un des premiers qui en eût fait faire, & qui les avoit mis en vogue.

Fig. 3.

Fig. 1.

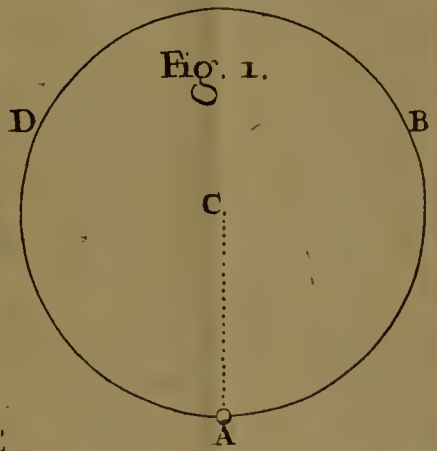


Fig. 5.

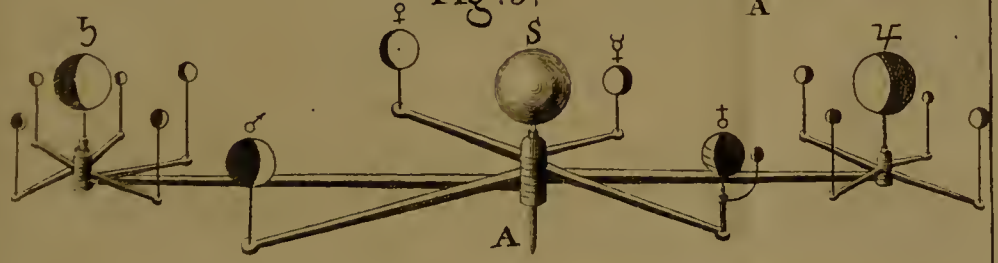
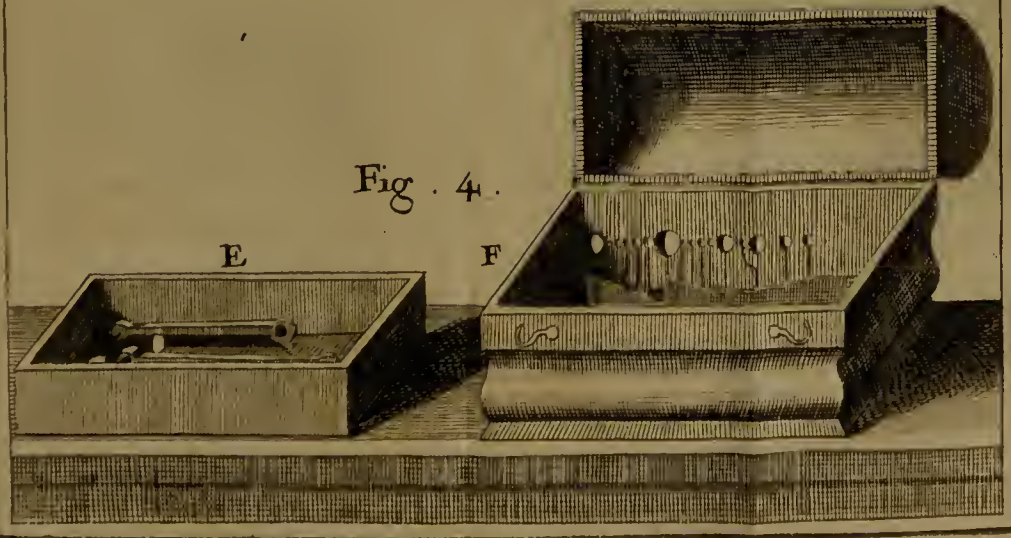


Fig. 4.



Tolm del et sculp.

XVIII. LEÇON.

Vers le bord de la grande platine eſt un cercle diviſé en autant de parties qu'il y a de jours au mois de la Lune, & au centre duquel paſſe encore une tige d'acier autour de laquelle ſe meut librement un canon de cuivre. La tige & le canon reçoivent certaines pieces dont nous parlerons par la ſuite, & leur communiquent des mouvements, quand on fait tourner la platine. Voyez la *Figure 3*, qui repréſente, 1. la tige d'acier forée au centre de la platine bleue : 2, le canon qui recouvre immédiatement cette tige : 3, le canon extérieur : 4, la tige qui eſt au centre du cercle lunaire : 5, le canon qui recouvre environ la moitié de la longueur de cette tige.

La platine bleue tourne horizontalement dans un grand cercle qui forme le bord du tambour ; ce cercle a un pouce & demi de largeur, & porte deux diviſions ; l'une de 360 parties avec les 12 ſignes du Zodiaque ; & l'autre de 365 parties avec les 12 mois de l'année.

Ce premier cercle eſt ſurmonté de deux autres tout-à-fait ſemblables &

XVIII. LEÇON.

élevés parallélement au-dessus de lui à la distance de 8 degrés chacun, pour comprendre toute la largeur de cette Zone du Ciel étoilé, qu'on nomme le *Zodiaque*, celui du milieu représentant l'*Ecliptique*.

Les trois cercles sont percés d'un trou rond chacun au signe du Bélier, & c'est par-là qu'on fait descendre la tige de la manivelle sur un quarré qui déborde un peu le plan du second cercle, pour faire tourner la grande platine.

Quand on veut faire tourner les canons 2 & 3 qui sont au centre, avec les pieces dont ils sont chargés, on fait entrer la tige de la manivelle dans un trou pratiqué à celui des côtés du tambour où est peint le signe du Bélier, & quand on a pris la précaution de faire répondre une marque * qui est au bord de la platine bleue justement à une pareille marque qui est au bord intérieur du premier grand cercle, la tige de la manivelle entre sur un quarré qui se présente à elle, & par lequel elle mene le rouage.

Toutes les pieces qui dépendent

de cette machine ſont renfermées dans un coffret *E*, *F*, (*Fig.* 4.) & diſtinguées par des lettres : nous les ferons connoître à meſure que nous aurons occaſion de les mettre en uſage. XVIII. LEÇON.

Dans cette machine, comme dans toutes celles qui ont été faites juſqu'à préſent pour repréſenter les mouvemens des corps céleſtes, il n'a pas été poſſible d'obſerver les proportions de grandeurs ni de diſtances ; pour y ſuppléer en quelque façon, j'ai fait peindre les planetes principales & le ſoleil ſur la grande platine, avec leurs grandeurs relatives ; & les ſatellites de Jupiter & de Saturne, avec leurs orbites proportionnées.

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici que le planétaire dont je fais uſage a un avantage très-conſidérable ſur les Spheres mouvantes qu'on a faites en France & ailleurs depuis 50 ou 60 ans. Dans celles-ci, on s'eſt piqué de repréſenter tout à la fois, & de faire voir d'un coup d'œil tout le ſyſtême céleſte en mouvement. C'eſt une choſe agréable &

XVIII. LEÇON.

curieuse pour quiconque l'entend & le connoît déjà : mais un instrument qui exécute en particulier chaque espece de mouvement & de révolution, & qui ne met sous les yeux du spectateur, que ce qu'on a dessein de lui faire comprendre, me semble plus utile, pour rendre sensibles les premiers principes d'Astronomie à ceux qui n'en ont encore aucune notion, & qui ont peine à les saisir quand leur attention se trouve partagée : c'est précisément ce que l'on trouve dans celui-ci, & l'expérience de 30 années m'a prouvé que cet avantage est réel.

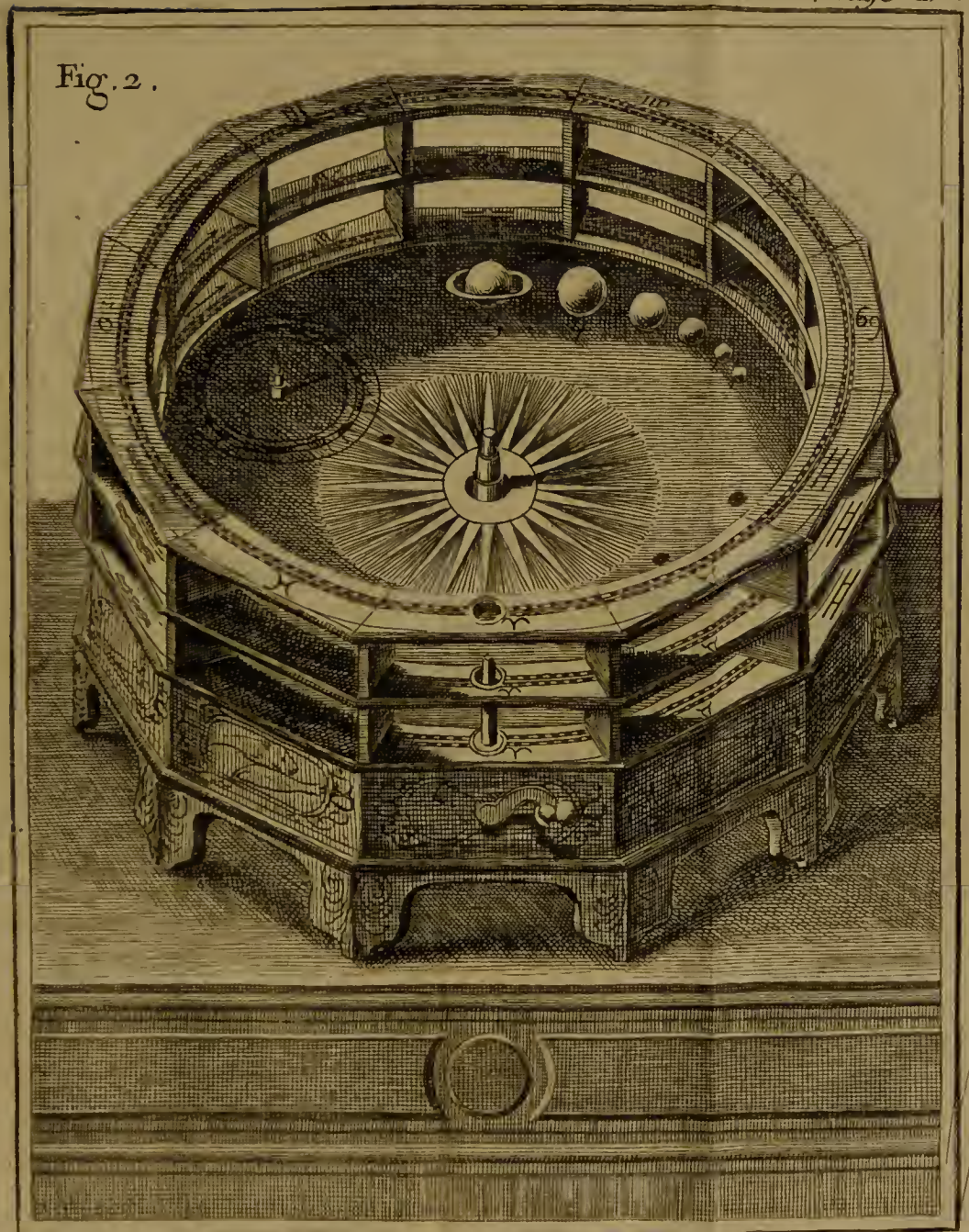
I. SECTION.

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes célestes, selon le systéme de Copernic.

PREMIERE OPÉRATION.

AYANT placé le Planétaire sur une table dans un lieu éclairé, prenez dans le coffret la piece *A*,

Fig. 2.



Gobin. del. et Sculp.

qui eſt repréſentée ſéparément par la *Figure* 5 ; faites entrer ſa tige de fer dans la broche forée qui eſt au centre de la platine bleue ; dirigez toutes les branches vers différentes parties du Zodiaque, & tournez les boules de façon que tous les hémiſpheres blancs regardent la boule dorée qui eſt au centre.

Imaginez alors que vous avez ſous les yeux une coupe diamétrale de notre Univers ; que de tout le Ciel des étoiles, on n'a réſervé que cette bande qu'on nomme le *Zodiaque*, le reſte des deux hémiſpheres étant ſupprimé ; que le Soleil repréſenté par la boule dorée *S*, occupe le centre de ce vaſte eſpace ; qu'autour de lui & à différentes diſtances, tournent toutes les Planetes : ſçavoir, Mercure, Vénus, la Terre, la Lune, Mars, Jupiter & Saturne avec leurs Satellites.

Vous reconnoîtrez ces planetes à leurs caracteres, & vous imiterez leurs différentes révolutions, en faiſant tourner avec la main les branches de cuivre qui les portent ; de ſorte que ſi elles laiſſoient des traces

XVIII. LEÇON.

de leur mouvement, vous auriez 6 cercles concentriques autour de la boule dorée, 1 autour de la terre, 4 autour de Jupiter, & 5 autour de Saturne. Voyez la *Fig. 6.* (*a*).

APPLICATIONS.

CETTE représentation, toute imparfaite qu'elle eſt, aidera beaucoup une perſonne qui n'eſt point initiée, à comprendre ce que nous avons à dire de la nature, du nombre, de la figure, de la grandeur, des phaſes, des poſitions reſpectives, des mouvements de tous les corps céleſtes.

Nous devons diſtinguer deux ſortes d'aſtres : les uns, lumineux par eux-mêmes, brillent de toutes parts & illuminent tout ce qui les environne, juſqu'à une certaine diſtance ; tel eſt le Soleil, telles ſont les Etoiles qu'on appelle *Fixes*. Les autres

(*a*) Ceci ne doit être pris que comme une eſquiſſe groſſiere ; nous verrons par la ſuite que les révolutions des Planetes ne ſe font point dans des cercles concentriques, pas même dans des cercles.

ſont des corps opaques, comme la terre que nous habitons, & ne deviennent lumineux qu'en réfléchiſſant la lumiere qui leur vient d'un autre aſtre. C'eſt pour cela que nous repréſentons ici le Soleil par une boule dorée dans toute ſa ſurface ; & les Planetes, par d'autres boules moitié noires & moitié blanches, pour ſignifier qu'elles ne ſont lumineuſes, que par celui de leurs hémiſpheres, qui eſt tourné directement vers le Soleil.

Les Etoiles s'appellent fixes : ce n'eſt point qu'elles ſoient abſolument immobiles ; elles ont au moins des mouvements apparens, puiſque nous les voyons tous les jours ſe lever & ſe coucher, &c ; mais c'eſt que toutes leurs révolutions ſe font ſans qu'elles changent de poſition, reſpectivement les unes aux autres : conſidérez les 7 Etoiles qu'on nomme le *Chariot*, ou la *grande Ourſe ;* elles ſont toujours arrangées de la même maniere ; il en eſt de même des autres.

Planete ſignifie *aſtre errant :* ce n'eſt pas pour faire entendre que les Planetes n'ont point de mouvemen

XVIII. LEÇON.

réglé, ni qu'elles se meuvent au hasard ; on les a nommées ainsi, par opposition aux Etoiles, qui, comme nous l'avons dit, marchent toutes ensemble d'un mouvement commun ; au lieu que celles-ci changent continuellement d'aspects entre elles, les unes allant plus vîte que les autres, & faisant leurs révolutions entieres en moins de temps.

En considérant le Ciel pendant une belle nuit, nous croyons voir toutes les étoiles attachées à une voûte bleue ; & il nous semble que la terre sur laquelle nous sommes, est justement au centre de ce vaste hémisphere ; il y a pourtant bien à rabattre de ces apparences.

Ces astres qui nous paroissent fixés à la concavité d'une même sphere, il faut croire qu'ils sont placés à différentes distances de nous, dans la profondeur immense de l'espace créé ; & c'est probablement une des raisons par lesquelles les uns nous semblent plus petits que les autres.

L'espace qui est entre deux étoiles n'offrant à nos yeux aucun corps éclairé ni éclairant, devroit nous paroître

paroître parfaitement noir, comme il arrive lorsque nous regardons dans un trou très-profond d'où il ne vient aucune lumiere. Si le Ciel nous paroît bleu, ce n'est pas lui qui est cause de cette apparence, c'est notre atmosphere, c'est ce fluide composé d'air & de vapeurs qui se fait appercevoir, en réfléchissant vers nos yeux des rayons de lumiere qui n'ont point la force de percer son épaisseur: ceci demande d'être expliqué un peu davantage.

La lumiere, telle qu'elle nous vient des astres, est composée de rayons de différentes couleurs, comme nous l'avons prouvé d'après Newton; & parmi ces différentes especes de lumieres, les plus foibles, les plus réflexibles sont celles qui nous font voir les objets bleus & violets. La lumiere des astres, réfléchie par la surface de la terre, se jette dans l'atmosphere, en reprenant la route du Ciel; mais comme ce fluide qui nous enveloppe de toute part, a une épaisseur considérable, il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges, les jaunes, & peut-être les

XVIII. LEÇON.

verts, qui la traverſent entierement ; les bleus & les violets, trop foibles pour avoir le même ſort, ſont renvoyés vers la terre par le fluide même qu'ils n'ont pu percer, & nous le font voir ſous la couleur qui leur eſt propre.

Si l'on trouve que cette explication ait beſoin d'être ſoutenue par quelque exemple ; entre pluſieurs que je pourrois citer, j'en choiſis un que tout le monde peut obſerver : ſi vous rencontrez une piece d'eau bien claire, profonde de douze à quinze pieds, & dont le fond ſoit brun ou noir, elle vous paroîtra toujours d'un bleu violet. Cet effet eſt ſi marqué, que, quoique je m'y attendiſſe, je n'ai pu m'empêcher de puiſer de pareille eau dans un verre à boire, pour m'aſſurer qu'elle ne contenoit aucune matiere étrangere qui lui pût donner cette teinte. De tous les rayons de lumiere qui pénetrent dans une pareille maſſe, il n'y a que les rouges, les jaunes, &c. qui arrivent au fond, & qui n'en reviennent point, ſi ce fond eſt de nature à les éteindre ; les bleus, les violets,

&c. qui ne vont point jusques-là, sont renvoyés vers l'œil du spectateur.

Quand l'air est chargé de brouillard, le Soleil & la Lune nous paroissent rouges, parce que de tous les rayons de lumiere que ces deux astres nous envoient, il n'y a alors que les plus forts qui percent jusqu'à nous. En pareil cas, notre globe avec son atmosphere doit paroître d'une couleur pâle & tirant sur le bleu aux habitants de la Lune, s'il y en a.

Si nous nous croyons au centre de toutes ces étoiles qui nous entourent, & qui forment, par leur assemblage, ce que nous appelons *le Ciel* ou *le Firmament*, c'est qu'elles environnent un espace si prodigieusement étendu, que la distance qui nous sépare du vrai centre de cet Univers ne doit être comptée presque pour rien, quoique, suivant l'estimation commune, elle excede 30 millions de nos lieues de France.

Pour aider le lecteur à comprendre ceci, faisons une supposition : imaginons qu'un homme est dans une plaine bien découverte & très-

XVIII. LEÇON.

vaſte, au milieu d'un pays planté d'arbres qu'il puiſſe compter ou diſtinguer les uns des autres. Quand les contours de cette plaine formeroient toute autre figure que celle d'un cercle, cet homme, s'il n'a point d'ailleurs quelque raiſon de penſer autrement, ſera naturellement porté à croire que tous ces objets qu'il apperçoit au loin & tout autour, terminent un eſpace circulaire, dont il occupe le centre: il ſe le perſuadera, quand même il ſeroit à un quart de lieue de ce point central où il croit être. Il penſera auſſi que tous les arbres qu'il apperçoit au-delà de cette plaine, ſont à égales diſtances de lui, quoique les uns ſoient peut-être de deux ou trois cents pas plus reculés que les autres. Enfin s'il voit dans le lointain un autre homme entre les arbres & lui, il croira volontiers que cet homme eſt comme eux à l'extrémité de la plaine, quand il s'en faudroit de beaucoup. Et ſi au lieu d'un homme, il en voit deux à des diſtances inégales de lui, il ne pourra pas dire lequel des deux eſt le plus éloi-

gné, à moins qu'en cheminant, l'un ne passe pardevant ou parderriere l'autre. L'expérience familiere & commune de tous ces effets doit donc nous faire penser que les étoiles étant si loin de nous, c'est par l'impossibilité où nous sommes de connoître leur distance absolue, & leurs différents degrés d'éloignement, que nous attribuons la figure sphérique à l'espace qu'elles renferment entr'elles, & que nous les croyons toutes appliquées à une même surface.

Mais comme ces étoiles sont fixes, c'est-à-dire, qu'elles ne changent point de positions respectives entr'elles, & que l'œil est sûr d'en rencontrer dans tout le contour des cieux; si l'on sait bien les distinguer les unes des autres, elles peuvent servir au spectateur qui est censé être au centre de l'univers, à mesurer la marche des astres intermédiaires, à reconnoître ceux qui vont plus vîte ou plus lentement, ceux qui sont plus près ou plus éloignés. On voit par là que l'Astronomie a dû commencer par la connoissance de ce qui concerne les étoiles fixes.

XVIII. LEÇON.

S'IL n'y avoit eu qu'un petit nombre d'étoiles, on les auroit distinguées toutes par des noms propres ; & l'on se seroit assuré de la position de chacune, en mesurant, suivant les regles de la Trigonométrie sphérique, tous les arcs du Ciel qu'elles comprennent entr'elles, ou, ce qui revient au même, en déterminant leurs degrés de longitude & de latitude. Mais le premier catalogue qu'on en fit, il y a près de 1900 ans (*a*), en contenoit 1022, & il ne les contenoit pas toutes à beaucoup près. Il parut donc que c'étoit une chose trop pénible que d'imposer tant de noms, encore plus de les retenir dans sa mémoire ; & la détermination du lieu de chaque étoile, étoit un ouvrage de longue haleine, sujet à révision, & qui ne pouvoit se faire & se perfectionner qu'avec beaucoup de temps.

Ces considérations porterent les premiers Astronomes à partager toutes les étoiles connues en plusieurs

(*a*) Hipparque qui a le premier construit un Catalogue des Etoiles fixes, vivoit plus de 100 ans avant la naissance de Jésus-Christ.

grouppes ou assemblages, que l'on nomma *Constellations*, & à qui l'on donna les noms & les figures de divers personnages célebres, & même de plusieurs animaux, instruments ou machines, que la fable avoit transportés au Ciel (*a*).

Ptolémée en forma 48 ; savoir, 12 autour de l'Ecliptique, 21 dans la partie septentrionale, & 15 dans la partie méridionale du Ciel.

Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui rempliſſent cette Zone du Ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont,

Le Bélier.	♈	La Balance.	♎
Le Taureau.	♉	Le Scorpion.	♏
Les Gémeaux.	♊	Le Sagittaire.	♐
L'Ecreviſſe.	♋	Le Capricorne.	♑
Le Lion.	♌	Le Verſeau.	♒
La Vierge.	♍	Les Poiſſons.	♓

CONSTELLATIONS de l'Hémiſphere ſeptentrional.

La petite Ourſe. | La grande Ourſe.

(*a*) L'origine de tous ces noms, qui ont passé de l'antiquité jusqu'à nous, est un point d'érudition assez curieux, mais sur lequel je ne puis m'arrêter ; on peut voir ce qu'en dit M. Pluche dans son Histoire du Ciel, &c.

XVIII. LEÇON.

Le Dragon.
Céphée.
Le Bouvier.
La Couronne Boréale.
Hercule.
La Lyre.
L'Oiseau ou le Cygne.
Cassiopée.
Persée.
Le Cocher.
Le Serpentaire.
Le Serpent.
La Fleche.
L'Aigle.
Le Dauphin.
Le petit Cheval.
Pégase.
Andromede.
Le Triangle.

CONSTELLATIONS de l'Hémisphere méridional.

La Baleine.
Orion.
Le Fleuve Eridan.
Le Lievre.
Le grand Chien.
Le petit Chien.
Le Navire.
L'Hydre.
La Coupe.
Le Corbeau.
Le Centaure.
Le Loup.
L'Autel.
La Couronne Méridionale.
Le Poisson Austral.

Mais toutes les étoiles connues n'ayant pu être compriſes dans ces figures, celles qui ſe ſont trouvées dehors, ſe ſont nommées étoiles *informes*.

La

La Navigation a procuré aux Aſtronomes modernes le moyen d'aller obſerver les parties de l'hémiſphere auſtral, que les anciens n'avoient point connues, & que nous aurions ignorées nous-mêmes, parce qu'un grand nombre de ces étoiles ne paroiſſent jamais ſur l'horizon en Europe. Cela fit ajouter aux quarante-huit conſtellations de Ptolémée les douze ſuivantes. XVIII. LEÇON.

Le Paon.	Le Caméléon.
La Grue.	La Mouche.
Le Toucan.	L'Oiſeau de Paradis.
Le Phénix.	Le Triangle Auſtral.
La Dorade.	L'Indien.
Le Poiſſon Volant.	
L'Hydre Mâle.	

L'invention des Lunettes contribua encore beaucoup à groſſir le catalogue des étoiles, & à former de nouvelles conſtellations, même dans la partie ſeptentrionale du Ciel; de ſorte qu'au commencement de ce ſiecle, Flamſted, Aſtronome Anglois, avoit porté à trois mille le

XVIII. LEÇON.

nombre de celles dont les lieux étoient déterminés ; & cela a été encore beaucoup augmenté depuis par l'exact & infatigable Abbé de la Caille, qu'une mort prématurée vient de nous enlever, au grand dommage des sciences, & au grand regret de tous les honnêtes-gens qui l'ont connu.

Au commencement du dernier siecle, un Allemand nommé *Jean Bayer*, fit une chose ingénieuse & utile à ceux qui ont besoin de bien connoître le Ciel étoilé. Il publia des Cartes célestes, où les étoiles de chaque constellation sont désignées par des lettres grecques ou latines ; de sorte, par exemple, qu'au lieu de cette périphrase, *l'Etoile de la seconde grandeur qui est à l'extrémité de la queue de la grande Ourse*, on dit simplement, *l'Etoile „ de la grande Ourse, &c.*

Quoique le nombre des étoiles connues soit si grand, qu'on a été obligé de prendre toutes les mesures dont je viens de parler, pour y mettre de l'ordre, & pour les reconnoître ; cependant, si nous considérons que

l'on ne peut jamais voir que la moitié du Ciel à la fois ; que de toutes celles qu'on trouve sur les Catalogues, il y en a beaucoup qui ne s'apperçoivent qu'à l'aide des téleſcopes, nous ſerons obligés de convenir que dans la plus belle nuit, & avec le ciel le plus découvert, la meilleure vue n'en peut compter 1200. Ce qui paroît incroyable ; car en pareil cas, il n'y a perſonne qui ne s'imagine en appercevoir des millions. Cette illuſion ou fauſſe apparence vient probablement de ce que ces lumieres vives & ſcintillantes, font des impreſſions trop fréquentes, & pour ainſi dire trop ſerrées au fond de l'œil pour faire naître des idées diſtinctes. Nous nous exagérons le nombre des objets, quand nous déſeſpérons de pouvoir les compter.

XVIII. LEÇON.

J'ai déja dit que toutes les étoiles ne nous paroiſſent point également groſſes. Cette différence peut venir de leurs différens degrés d'éloignement, & c'eſt la raiſon la plus naturelle qu'on en puiſſe donner : mais il eſt poſſible auſſi qu'elles different

XVIII. LEÇON.

réellement de grandeur entr'elles ; ou que les unes soient de nature à briller davantage que les autres ; que sait-on même si ces astres, au lieu d'être des globes, n'auroient pas une figure applatie, avec un mouvement fort lent de rotation, qui nous présenteroit ceux-ci sous une plus grande face, ceux-là sous une plus petite ? on seroit tenté de le croire, quand on sait que quelques-uns d'entr'eux ont disparu pour un temps, & que quelques autres ont varié par leur grandeur apparente.

Quoi qu'il en soit, les Astronomes distribuent en six classes toutes les étoiles qu'on peut voir à la vue simple ; & ils en font encore deux ou trois de celles qu'on n'apperçoit qu'avec des lunettes. Plus ces instruments se perfectionneront, plus on doit s'attendre de voir augmenter ces dernieres classes.

Les étoiles de la premiere grandeur ne sont point en grand nombre ; on les distingue presque toutes par des noms particuliers. *Sirius*, *Arcturus*, *Aldebaran*, *l'Epi de la Vierge*,

Procyon, *Regulus*, *Antarès*, *la Lyre*, *Fomahant*, *&c.*

XVIII. LEÇON.

Si nous en croyons nos ſens, les planetes nous ſemblent auſſi éloignées que les étoiles : & nous les confondons avec elles, quand on ne nous a point appris à les diſtinguer. Pour ne s'y point tromper, il faut obſerver qu'une étoile brille par élancement, ce qu'on appelle mouvement de ſcintillation, au lieu que la lumiere d'une planete eſt plus uniforme & plus tranquille : le téleſcope dépouille l'une & l'autre des rayons qui l'entourent ; mais il fait voir la planete plus groſſe, & l'étoile plus petite qu'à la vue ſimple.

Outre les étoiles dont je viens de parler, on voit encore au Ciel, & dans un éloignement auſſi grand pour le moins que celui qu'on eſt obligé de leur attribuer ; on voit, dis-je, certaines petites taches blanchâtres qu'on nomme *Etoiles nébuleuſes*, & une bande ou eſpece de ceinture d'une couleur laiteuſe qu'on a nommée pour cela *la voie lactée*. Les Aſtronomes en ſont encore à ſavoir au juſte ce qui cauſe ces appa-

rences : Galilée a dit de la derniere ; que cet espace du Ciel où elle se fait remarquer, étoit rempli d'une infinité de petites étoiles, dont les lumieres se confondent ; & beaucoup d'Astronomes suivent encore cette opinion qui est assez probable.

XVIII. LEÇON.

Nous voyons le Ciel des étoiles fixes faire en vingt-quatre heures une révolution entiere autour de nous, d'Orient en Occident ; cependant nous devons croire qu'il est immobile : les mouvements que nous y remarquons ne sont que des apparences, qui résultent de la rotation de la terre sur son axe, & de sa révolution annuelle autour du Soleil, dont nous parlerons par la suite, & spécialement dans la seconde Section : un homme placé dans un bateau, au milieu d'un étang, pourroit s'imaginer que le rivage & tous les objets qui le bordent, tournent de gauche à droite autour de lui, si son bateau tournoit dans le sens contraire. La révolution diurne du Ciel étoilé n'est pas plus réelle que celle du rivage : c'est notre bateau qui tourne ; c'est le lieu que nous habi-

tons sur la terre, qui, nous transportant avec lui circulairement d'Occident en Orient, nous fait appercevoir successivement tout ce qu'il y a de visible à la voûte des Cieux. XVIII. LEÇON.

LE SOLEIL est un globe immense, sur la nature duquel nous n'avons aucune connoissance précise ni certaine. Il est la principale source de la chaleur qui anime notre monde, & de la lumiere qui l'éclaire. De-là nous jugeons que ce peut être un amas de matieres embrasées depuis la création ; mais qui brûle apparemment sans se dissiper & sans s'obscurcir, puisque son activité & sa splendeur sont inaltérables ; bien différent des autres feux qui ne subsistent que par de nouveaux alimens, & dont l'éclat se ternit presque toujours par le charbon & les vapeurs noires qu'ils produisent.

L'action de cet astre le plus beau, le plus utile, le plus nécessaire de tous ceux dont nous ressentons les influences, s'étend autour de lui à des distances immenses, de sorte qu'il est le centre d'une sphere d'activité qu'on peut considérer comme

XVIII. LEÇON.

étant formée par une infinité de rayons divergents de tous les points de sa surface. Ainsi, soit que le Soleil éclaire, soit qu'il échauffe, son action sur les corps qui la reçoivent, est d'autant plus grande, qu'ils sont plus près de lui ; & quant à la proportion, elle est en raison inverse du quarré de la distance, comme nous l'avons fait voir en traitant de l'Optique *.

* *Tome V, pag. 71.*

Cet astre central a la figure d'un globe : s'il paroît à nos yeux comme un disque circulaire, c'est que dans un tel éloignement, rien ne nous fait sentir que les parties du milieu sont plus avancées vers nous que celles des bords ; c'est que les lignes semi-circulaires qui forment sa convexité antérieure, se tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. Voyez ce que j'ai dit de ces apparences, *Tome V, pages* 117 & 118. La même explication doit servir pour la pleine Lune, & pour les autres Planetes qu'on regarde avec un téleſcope.

Le Soleil est d'une grandeur immense ; son diametre, selon les ob-

servations les plus récentes & les plus exactes, égale plus de 106 fois celui de la terre, qu'on estime être de 2765 lieues. Les solidités des corps sphériques étant entr'elles comme les cubes de leurs diametres, il s'ensuit que celle du Soleil est environ 120000 fois plus grande que celle du globe terrestre. XVIII. LEÇON.

La grandeur apparente du disque solaire n'est pas constante ; on la voit varier comme celle de la Lune, à mesure que ces astres s'élevent au-dessus de l'horizon après leur lever, ou lorsqu'ils en approchent pour se coucher : nous en avons indiqué les raisons ailleurs *. Mais cette même grandeur varie encore, parce que ces astres sont tantôt plus, tantôt moins éloignés de la terre; ce qui fait que d'un temps à l'autre, les angles sous lesquels nous les appercevons, sont plus ou moins grands: j'expliquerai ceci plus particulierement en parlant des mouvements de la terre.

* *Tome V, pag.* 137.

Quoiqu'il n'y ait rien dans les Cieux de comparable pour l'éclat à la splendeur du Soleil, elle n'est

XVIII. LEÇON.

pourtant pas si pure, qu'on ne remarque de temps en temps quelques taches sur cet astre. Galilée (d'autres disent le P. Scheine, Jésuite) fit cette découverte, il y a environ cent cinquante ans : l'imagination des Physiciens travailla aussi-tôt pour deviner la cause de ces phénomènes ; mais il n'en résulta que des conjectures à peine vraisemblables, & qui ne méritent guere d'être rapportées ici.

Les Astronomes en tirerent un meilleur parti ; ils observerent que ces taches, tant qu'elles durent, (car elles ne subsistent pas toujours) cheminent du bord oriental du Soleil vers son bord occidental, qu'elles disparoissent alors, & qu'après un certain intervalle de temps, elles reparoissent pour recommencer la même route : cela fit penser d'abord que ce pouvoient être des corps opaques, quelques Planetes qui feroient des révolutions comme les autres, & fort près du Soleil ; mais ces soupçons se dissiperent, parce qu'on remarqua, premierement, que la même tache paroît toujours plus étroite

vers les bords de l'aſtre, que quand elle ſe trouve plus avancée vers le milieu. Secondement, que le temps qu'elle met à revenir, eſt à très-peu-près égal à la durée de ſon apparition. On en conclut & avec raiſon que les taches du Soleil ſont plates & non ſphériques, & qu'elles tiennent à la ſurface même de l'aſtre; car ſi c'étoient des globes détachés, comme Mercure ou Vénus; de la terre ſuppoſée au point *T*, (*Fig.* 7.) on les verroit toujours ſous le même angle, ſoit qu'elles répondiſſent au milieu du globe ſolaire *S*, ſoit qu'elles tournaſſent vers les bords; & la partie *A B* de leur révolution, pendant laquelle on les verroit paſſer ſur le Soleil, ſeroit plus courte que l'autre *B C A*, pendant laquelle on les perd de vue. On apprit par ces obſervations & par ces raiſonnements, que le Soleil, qu'on croyoit immobile au centre de l'Univers, tourne ſur lui-même dans l'eſpace d'environ vingt-cinq jours & demi.

Cette étendue immenſe, dont le Soleil occupe le centre, & qui eſt terminée par le Ciel des étoiles fixes,

XVIII. LEÇON.

est remplie par un fluide très-subtil, & de nature à transmettre l'action des corps lumineux, comme nous l'avons dit en parlant de la propagation de la lumiere au commencement de la XVe. Leçon. C'est dans cette matiere éthérée que flottent à différentes distances du Soleil, ces autres astres qu'on nomme *Planetes*, & qui ne sont visibles que par la lumiere qu'ils reçoivent & qu'ils réfléchissent vers nous. Comme ces corps, à cause de leur figure sphérique, ne peuvent jamais recevoir la lumiere du Soleil que sur la moitié de leur surface, nous les perdons de vue toutes les fois que cette partie illuminée n'est pas tournée vers nous, en tout ou en partie.

Planetes du premier & du second ordre.

ON DIVISE les Planetes connues en deux classes. Celles de la premiere classe se nomment *Planetes primitives* ou *principales* : elles sont au nombre de six ; savoir, *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter* & *Saturne*.

Celles de la seconde classe s'appellent *Planetes secondaires*, *Satellites* ou *Lunes* : on en compte dix ; savoir, une qui appartient à la terre,

& qui porte ſpécialement le nom de *Lune*; quatre qui accompagnent Jupiter, & cinq qui ſont autour de Saturne. Ces neuf dernieres ne ſe diſtinguent que par leur rang: celle qui eſt plus prochaine de la Planete primitive, s'appelle premier Satellite; les autres ſe nomment ſecond, troiſieme, quatrieme, &c. ſelon leurs degrés d'éloignement.

Saturne, outre ſes cinq Satellites, eſt encore entouré d'une eſpece d'anneau, que la plupart des Aſtronomes imaginent être formé par un amas de matiere opaque de la nature des Planetes. Voyez *GH*, (*Fig. 6.*)

Toutes les Planetes, tant du premier que du ſecond ordre, different de groſſeur entr'elles: Mercure eſt la plus petite des Planetes primitives; il eſt la terre à-peu-près dans le rapport de 64 à 1000: & Jupiter, qui eſt la plus groſſe de toutes, eſt eſtimé 1200 fois plus gros que la terre (*a*).

(*a*) Quand on parle de la groſſeur d'un aſtre, cela s'entend de ſa ſolidité, qui eſt comme le cube du diametre; s'il s'agit de la grandeur, c'eſt par le diametre qu'on en juge. Dans

XVIII. LEÇON.

J'ai dit ci-dessus que les Planetes étoient à différentes distances du Soleil. Celle qui en approche le plus, c'est Mercure; les autres en sont plus éloignées suivant cet ordre; Vénus, la Terre avec la Lune; Mars, Jupiter avec ses satellites; Saturne avec les siens & son anneau. Delà vient la distribution qu'on en fait, par rapport à la terre, en *Planetes superieures*, & *Planetes inférieures*. On donne le premier nom à Saturne, à Jupiter & à Mars; & le second, à Vénus & à Mercure.

Il y a apparence que tous ces globes ont pris dans l'espace des Cieux, les places qui convenoient aux forces résultantes de leurs masses: si quelques-uns d'entr'eux paroissent déroger à cette regle (car Jupiter est plus gros que Saturne, & Mars est plus petit que la Terre), on peut dire qu'étant d'une matiere plus ou moins compacte, leurs masses ne répondent point toujours à leurs volumes.

le cas présent, il faut dire que les diametres de Jupiter, de la Terre & de Mercure, sont entr'eux, à-peu-près comme les nombres 100, 10 & 4.

Mais les masses seules n'auroient pas produit cet arrangement ; elles ont été aidées par le mouvement de circulation que les six planetes primitives ont autour du Soleil, & les dix autres autour de leurs Planetes principales. XVIII. LEÇON.

Chaque Planete du premier ordre tourne donc autour de l'astre central, dans un espace de temps qui est toujours le même : & si elle a un ou plusieurs satellites, ils font le même mouvement autour d'elle, dans des temps réglés & proportionnés à leurs degrés d'éloignement : c'est-là ce qu'on appelle *révolution périodique*. La courbe rentrante qui en résulteroit dans le Ciel si l'astre laissoit des traces de sa route, & que les Astronomes conçoivent & énoncent comme subsistantes, cette courbe, dis-je, est ce qu'on appelle *orbite*.

Sur ce pied-là, il faut imaginer qu'un spectateur placé au centre de l'univers, verroit chacune des six Planetes principales, s'avancer d'un mouvement presqu'uniforme de droite à gauche, & répondre successive-

XVIII. LEÇON.

ment à ces douze conſtellations qui forment, comme on l'a dit plus haut, le Zodiaque ; car, premierement, elles ſuivent toutes l'ordre de ces ſignes d'Occident en Orient ; & en ſecond lieu, leurs orbites terminent des plans qui paſſent par le centre du Soleil, & dont les circonférences ne s'écartent pas de l'écliptique au-delà de 8 degrés, ſoit en s'abaiſſant au-deſſous, ſoit en s'élevant au-deſſus.

Il n'en ſeroit pas de même des ſatellites ; l'Obſervateur n'ayant pas l'œil ſuffiſamment élevé au-deſſus des plans de leurs orbites, il les verroit aller comme en ligne droite, tantôt d'Orient en Occident, & paſſant devant la Planete à laquelle ils appartiennent, & enſuite d'Occident en Orient, & paſſant derriere (*a*).

Toutes ces révolutions périodiques ſe font dans des eſpaces de temps qui different beaucoup les uns des autres. Mercure emploie environ trois mois à la ſienne : Vénus en met un peu plus de ſix ; la durée

(*a*) Voyez la raiſon de ces apparences, *Tome V, pag.* 128 *& ſuiv.*

de

de celle de terre, est ce que nous appelons l'*Année ;* Mars acheve sa révolution en deux ans ; Jupiter en douze, & Saturne en trente (*a*).

Des dix Planetes secondaires, il n'y a que notre Lune qui soit connue de tout temps ; la découverte des neuf autres est due à l'Astronomie moderne, & à l'invention des lunettes. Galilée seul, en profitant le premier de ces nouveaux instruments, a fait connoître les 4 de Jupiter. Celles de Saturne, plus difficiles à observer, ont été apperçues successivement par différents Astronomes.

La révolution de la Lune autour du globe terrestre, se fait en 27 jours & un tiers à-peu-près : c'est ce qu'on nomme *le mois lunaire.* Il résulte de ce mouvement combiné avec ceux de la terre, plusieurs choses très-remarquables dont je ferai mention par la suite : je me contenterai d'observer ici que toutes

(*a*) J'exprime tout ceci en nombres ronds, pour éviter des fractions dont la plupart de mes lecteurs peuvent se passer, & qu'ils auroient peine à retenir.

XVIII. LEÇON.

les lunes ou satellites changent continuellement de *Phases* (*a*), par rapport aux autres Planetes, parce que leurs hémisphères illuminés se présentent à elles tantôt plus, tantôt moins directement ; au lieu que si on les regardoit de l'endroit où est le centre du Soleil, on les verroit toujours pleines : ce qui est très-aisé à comprendre, quand on jette les yeux sur toutes les parties blanches des petites boules qui les représentent dans notre planétaire artificiel.

Les satellites, & principalement ceux de Jupiter, ont été d'un grand secours pour perfectionner la Géographie : comme les révolutions de ces petits astres s'achevent en peu de temps (car le premier satellite de Jupiter fait la sienne en 24 heures & demie à-peu-près), ils s'éclipsent très-fréquemment & très-promptement en passant derriere leurs

(*a*) On appelle *Phases*, les différentes figures sous lesquelles nous voyons une Planete, selon qu'elle nous montre plus ou moins de sa partie éclairée ; tels sont le croissant, le premier & dernier quartier, la pleine Lune, &c.

Planetes primitives. Les immerſions & émerſions ſont au Ciel autant de ſignaux, que des Obſervateurs placés en différents endroits ſur la terre, peuvent appercevoir au même inſtant; & l'on conclut la diſtance des lieux en longitude, par la différence des heures auxquelles le même phénomene a été obſervé.

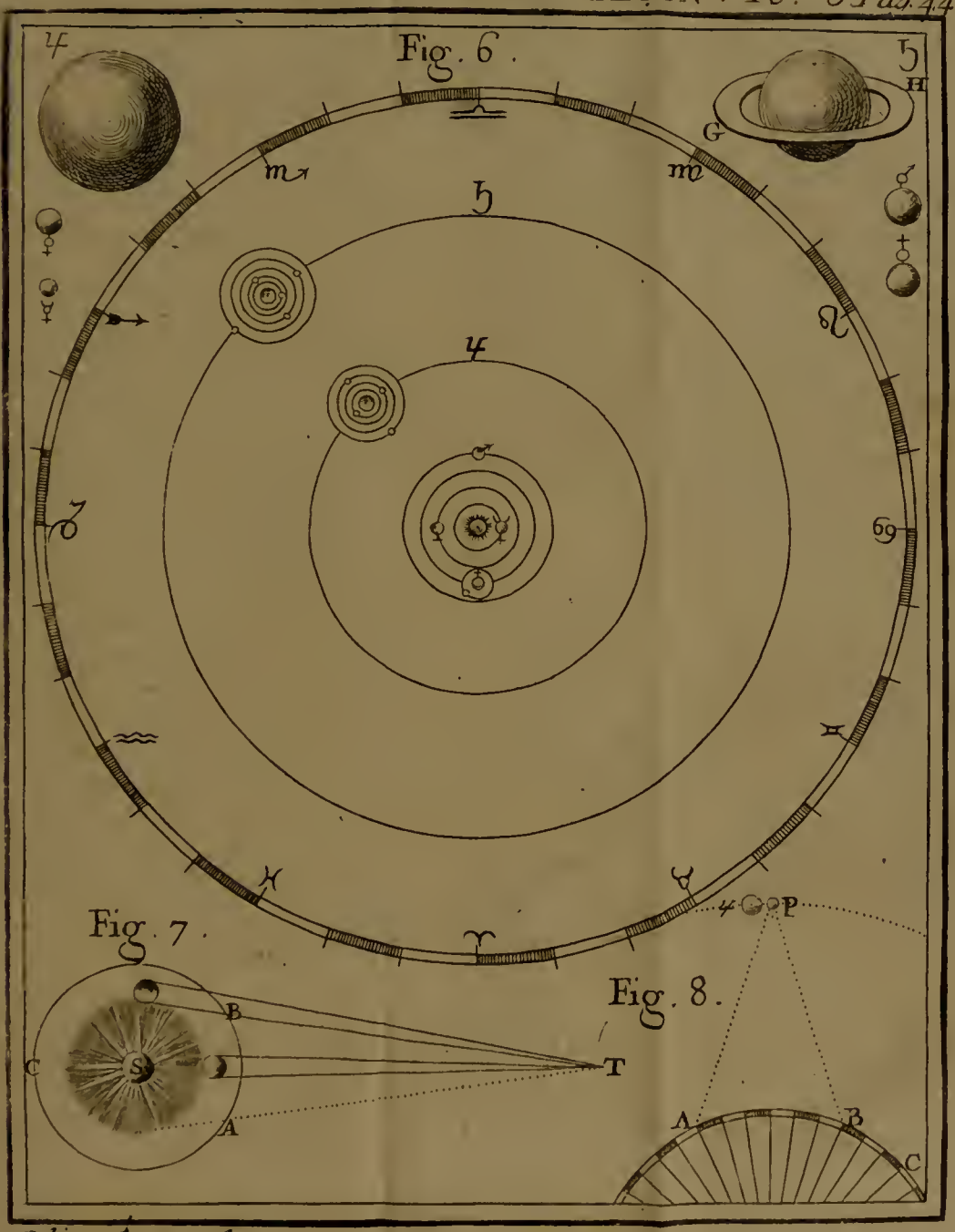
Suppoſons, par exemple, que le cercle *ABC* (*Fig.* 8,) ſoit l'équateur terreſtre, & que deux Obſervateurs placés l'un en *A*, l'autre en *B*, apperçoivent le ſatellite *P* à l'inſtant qu'il commence à ſe cacher derriere la Planete ♃. S'il eſt alors onze heures à la pendule du premier, & deux heures à celle du ſecond, la différence des temps ſera trois heures; comme le Soleil par ſa révolution apparente parcourt en 24 heures les 360 degrés de longitude qui diviſent l'équateur de la terre en parties égales, les trois heures dont il s'agit répondent à 45 de ces degrés, & apprennent que les deux lieux où l'on a obſervé, ſont d'autant éloignés l'un de l'autre en longitude.

Les différentes diſtances des ſix

XVIII. LEÇON.

Planetes primitives au Soleil, & celles des ſatellites à leurs Planetes principales, ne ſont point en proportion avec le rang qu'elles tiennent ; c'eſt-à-dire, par exemple, que Jupiter qui eſt la 5e. Planete en s'éloignant du Soleil, n'en eſt pas ſeulement cinq fois plus éloigné que Mercure, mais bien davantage, comme on le peut voir par la Figure 6 : il en eſt de même de ſes ſatellites, & de ceux de Saturne : chacune de ces diſtances n'eſt pas même conſtante pendant toute la durée d'une révolution. La Planete ſe trouve tantôt plus près, tantôt plus loin de l'aſtre autour duquel elle ſe meut ; ce que j'expliquerai plus particulierement par la ſuite. Mais entre les deux extrêmes, il y a un terme qu'on nomme *la diſtance moyenne* ; & c'eſt de celle-là dont il s'agit maintenant.

Képler a fait ſur cela une découverte de la plus grande importance ; il a trouvé que les cubes de ces diſtances ſont entr'eux comme les quarrés des temps périodiques ; de ſorte que ſi l'on ſait combien deux



Gobin. del. et Sculp.

Planetes mettent de temps à faire leurs révolutions, on sait aussi-tôt, par cette analogie, quelles sont leurs distances respectivement au Soleil. Cette même regle qu'il n'a d'abord établie que pour les Planetes primitives, a été appliquée depuis avec le même succès à celles du second ordre.

Une Planete ne se meut pas toujours avec la même vîtesse dans toutes les parties de son orbite ; plus elle se trouve près de l'astre autour duquel elle tourne, plus son mouvement est rapide ; & au contraire on remarque qu'elle ralentit sa marche, à mesure qu'elle s'en éloigne davantage ; mais avec ces inégalités, il subsiste une proportion constante, entre les temps qu'elle met à parcourir les différents arcs de son orbite, & les aires triangulaires terminés par ces arcs, & par deux lignes tirées de leurs extrémités à l'astre central ; c'est-à-dire, que les temps que la Planete emploie à parcourir successivement les deux arcs $B\,D$, & $D\,E$, par exemple, (*Fig.* 9.) sont entr'eux comme les aires des

XVIII. LEÇON.

deux triangles mixtilignes *BSD*, & *DSE*. C'eſt une ſeconde regle Aſtronomique, dont on a encore l'obligation à Képler, & dont on a fait un grand uſage.

Outre la révolution que chaque Planete du premier ou du ſecond ordre fait autour de ſon aſtre central, il eſt à préſumer que toutes ont encore un mouvement de rotation autour de leurs axes ; ce qui fait qu'elles ont, comme la terre, toutes les parties de leurs ſurfaces ſucceſſivement expoſées à l'action du Soleil ; la plupart ont des taches qui ont donné lieu d'obſerver ce mouvement, & d'en déterminer la durée ; ainſi, de même que notre jour eſt de 24 heures, celui de Vénus eſt de 23 ; celui de Mars, de 24 deux tiers ; celui de Jupiter, de 10 ou à-peu-près ; Mercure, parce qu'il eſt très-près du Soleil, eſt ſi fort illuminé, & Saturne, à cauſe de ſon grand éloignement, l'eſt ſi peu, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Obſervateurs, ou ne ſe montrent point aſſez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de rota-

tion ; on peut conclure par analogie qu'ils en ont un.

XVIII. LEÇON.

Celui de notre Lune eſt très-lent, en comparaiſon de ceux dont je viens de faire mention. Il ne s'acheve qu'en 27 jours & environ $\frac{1}{3}$, & comme elle met préciſément ce temps-là pour tourner autour de la terre, il arrive de cet accord, que nous voyons toujours la même partie de ſa ſurface, comme je le ferai voir plus particuliérement dans un autre endroit : on remarque ſeulement par ſes taches, qu'elle fait une eſpece de balancement que les Aſtronomes ont nommé *libration*.

Puiſque chaque Planete a ſa marche particuliere, & que les unes mettent plus de temps que les autres à faire leurs révolutions, on doit comprendre que tous ces aſtres changent continuellement de poſitions reſpectives : tels qui ſe trouvent aujourd'hui ſur la même ligne avec le Soleil, figureront tout autrement avec lui dans un autre temps ; d'autres qui répondent enſemble à la même conſtellation dans le Ciel, en auront enſuite trois ou quatre entr'eux :

XVIII. LEÇON.

ce ſont ces différentes poſitions des Planetes qu'on appelle *aſpects*, & qu'on diſtingue par des noms propres. Je vais rendre cela ſenſible par un exemple.

SECONDE OPÉRATION.

OTEZ la piece *A*; prenez dans le coffret celle qui eſt marquée *B*, & celle qui eſt marquée *C*, leſquelles ſont préſentées par la *Fig.* 10, & déſignées par les mêmes lettres. Ajuſtez la tige de la premiere au canon extérieur 3, qui eſt au centre de la platine bleue, & celle de la ſeconde au canon intérieur 2, ayant ſoin que les deux petites boules, dont l'une repréſente la Terre, & l'autre la Planete de Mars, ſe trouvent ſur une même ligne entre le cercle de l'écliptique, & le centre de la grande platine, où vous placerez une boule dorée qui eſt dans le coffret, & qui doit repréſenter le Soleil. Faites tourner les deux canons 2 & 3 avec la manivelle, comme il a été dit à la page 10.

Vous pouvez remarquer, 1°. que le petit globe qui repréſente la Terre, va

va une fois plus vîte que l'autre qui tient la place de Mars; faisant deux révolutions contre lui une. XVIII. LEÇON.

2°. Que dans chaque révolution entiere de la Terre, ces deux corps changent continuellement de position respective, répondant tous deux quelquefois au même point du Zodiaque, & plus souvent à différents points plus ou moins éloignés les uns des autres.

APPLICATIONS.

IL est aisé de comprendre par cet exemple, que si l'on faisoit ainsi mouvoir ensemble toutes les boules qui représentent les Planetes primitives, en observant que chacune fît sa révolution dans l'espace de temps qui lui convient, on les verroit changer d'aspects, comme on vient de le voir faire à la Terre & à Mars. Mercure auroit fait quatre révolutions, & Vénus presque deux avant que la Terre en eût achevé une; & lorsque celle-ci auroit fini la sienne, Jupiter n'auroit encore parcouru que la douzieme, & Saturne la trentieme partie de son orbite.

XVIII. LEÇON.

Quand deux Planetes répondent au même point du Zodiaque, cet aſpect s'appelle *conjonction*, & ſe déſigne par cette marque ☌.

Quand elles ſont oppoſées l'une à l'autre de la moitié du Zodiaque ou de ſix ſignes, cela s'appelle *oppoſition*, & s'exprime ordinairement par cette marque ☍.

Et lorſqu'elles répondent à différents points du Zodiaque, qui comprennent entr'eux, 2, 3, 4 ſignes, &c. on fait connoître leur aſpect par le mot *oppoſition*, ou par la marque ☍, en ajoutant le nombre des ſignes ou des degrés en longitude du Zodiaque, qui ſont interceptés entre les deux lieux du Ciel auxquels elles répondent. On dit, par exemple, Jupiter & Mars ſont en oppoſition de 2, de 3, de 4 ſignes, &c.

Phaſes des Planetes.

Si l'on étoit placé au centre de l'Univers, à l'endroit même qu'occupe le Soleil, pour obſerver les Planetes, on les verroit toujours comme des diſques lumineux & bien arrondis; parce qu'on découvriroit tout l'hémiſphere illuminé de chacune d'elles, comme nous voyons

la pleine Lune ; mais si l'on suppose le spectateur placé sur la terre, il pourra arriver que les hémisphères éclairés par le Soleil, ne soient pas tout entiers tournés vers lui : & alors n'en appercevant qu'une partie, il verra la Planete sous la figure d'un croissant ou d'un quartier de Lune : & c'est ce qu'on remarque très-bien en observant Vénus avec un télescope, parce que cette Planete est assez grande & assez près de nous pour avoir ces différentes phases sensibles, & parce que n'embrassant point la terre dans sa révolution, elle lui dérobe totalement sa partie éclairée, en passant entr'elle & le Soleil, & ne la lui découvre que peu à peu à mesure qu'elle s'éloigne d'elle en avançant dans son orbite. Voyez *la Figure* 11.

XVIII. LEÇON

On remarqueroit la même chose à l'égard de Mercure s'il étoit plus gros, & qu'il ne fût pas si voisin du Soleil ; mais quand il s'éloigne assez de cet astre pour qu'on puisse observer sa figure, tout ce qu'on peut découvrir, c'est qu'il n'est pas bien rond ; & cela prouve qu'on ne voit

XVIII. LEÇON.

point alors toute sa partie éclairée ; car on sait d'ailleurs (*a*) que cette Planete est à-peu-près sphérique comme les autres.

Chaque Planete n'est pas toujours à égale distance de son Astre central.

J'AI déja dit plus haut que la distance d'une Planete primitive au Soleil, comme celle d'un satellite à sa Planete principale, n'est pas constante, & qu'elle est tantôt plus petite, tantôt plus grande dans le cours d'une même révolution : il est temps maintenant d'en dire la raison. C'est que, comme l'a pensé Képler, & comme tous les Astronomes l'ont reconnu depuis, chaque Planete, tant du premier que du second ordre, se meut dans un orbite, qui n'est point un cercle excentrique à cet astre ; mais une ellipse (*b*) qui a le Soleil à l'un de ses foyers. Voyez *la Figure* 9, & l'opération suivante du planétaire.

(*a*) Quand Mercure se trouve directement entre le Soleil & la Terre, ce qui arrive rarement, il paroît alors comme une tache noire & ronde ; ce qui fait reconnoître que c'est un corps sphérique.

(*b*) Il faut lire ce que j'ai dit de l'Ellipse, en parlant des forces centrales. *Tom.* 2. *pag.* 96.

TROISIEME OPÉRATION.

XVIII. LEÇON.

OTEZ les deux pieces *B* & *C*; mettez au gros canon 3, celle qui eſt marquée *E*, la tige ou le pivot de la petite poulie *G* dans un trou marqué de la même lettre près du centre de la platine bleue; & faites en ſorte que la corde ſans fin embraſſe d'une part cette petite poulie, & de l'autre le barillet *F*, qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la Planete, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 12; & mettez en ſa place la boule dorée qui repréſente le Soleil.

Si vous tournez la manivelle, vous verrez que la Planete en s'approchant, & enſuite en s'éloignant du Soleil, par des quantités ſymmétriques, décrit une courbe rentrante qui n'eſt point un cercle, mais une ellipſe peu alongée, dont la boule, qui repréſente le Soleil, occupe l'un des foyers.

APPLICATIONS.

VOUS apprendrez, par cet exemple, que toutes les orbites des Planetes ſont des ellipſes peu différentes du

Figure des orbites des Planetes.

XVIII. LEÇON.

cercle, & que l'aſtre autour duquel chacune d'elles fait ſa révolution, occupant, non pas le centre, mais l'un des foyers de cette courbe, s'en éloigne d'une quantité aſſez conſidérable, & s'en rapproche de même : on appelle *excentricité* la diſtance qu'il y a entre le centre *C* de l'ellipſe, (*fig.* 9.) & celui des foyers qu'occupe le Soleil ou la Planete principale.

Le lieu de l'orbite *A*, (*fig.* 9.) où une Planete ſe trouve le plus loin qu'elle puiſſe être du Soleil, s'appelle *aphélie ;* & celui où elle en eſt le plus près, comme *P*, ſe nomme *périhélie.* Les deux points de part & d'autre comme *E*, *G*, qui tiennent le milieu entre les deux extrêmes, on les appelle *moyennes diſtances.*

Les Planetes du ſecond ordre ont auſſi chacune leur aphélie & périhélie, qui ſont de même une ſuite néceſſaire de l'ellipticité de leur orbite.

Mais par la même raiſon que les Planetes du premier ordre s'éloignent & ſe rapprochent du Soleil, celles du ſecond ordre ſe trouvent dans un temps plus près, dans un autre temps

plus loin de leurs Planetes principales. Comme la Terre, par exemple, a ſon aphélie & ſon périhélie ; de même la Lune a ſon *apogée* & ſon *périgée*. On pourroit dire auſſi d'un ſatellite de Jupiter, qu'il eſt dans ſon *apojove*, ou dans ſon *périjove*, *&c.* XVIII. LEÇON.

Ces deux points de l'orbite *A* & *P*, que la Planete n'outre-paſſe point, tant pour s'éloigner, que pour s'approcher de l'aſtre qu'elle entoure par ſa révolution, ſe nomment en général *les apſides ;* & la ligne qui les joint, s'appelle *la ligne des apſides* ou *le grand axe de l'orbite.*

La diſtance eſt une choſe commune aux deux termes qu'elle ſépare ; ainſi quand une Planete eſt dans ſon aphélie, réciproquement le Soleil eſt le plus loin d'elle qu'il puiſſe être ; & de même il en eſt le plus près, quand cette Planete eſt dans le périhélie : le Soleil eſt donc dans ſon périgée quand la Terre eſt dans le périhélie ; & quand celle-ci eſt dans l'aphélie, le Soleil eſt dans l'apogée.

NOUS jugeons les objets plus Grandeur apparente des Aſtres.

XVIII. LEÇON.

grands, quand nous les voyons de plus près, & ils nous paroiſſent plus petits quand nous les regardons de plus loin. Puiſque les Planetes ne ſont pas toujours à égale diſtance du Soleil ni de la Terre, on doit penſer que de l'un ou de l'autre de ces lieux, on ne doit pas les voir conſtamment de la même grandeur, & cela eſt ſenſible pour nous à l'égard du Soleil & de la Lune; voilà pourquoi les Aſtronomes diſtinguent ſoigneuſement le diſque apparent de l'un ou de l'autre aſtre, relativement aux circonſtances dans leſquelles on l'obſerve; & nous verrons ci-après qu'il en réſulte des effets remarquables dans les éclipſes.

Irrégularités dans la marche des Planetes.

QUAND on ſuppoſeroit un Obſervateur placé au Soleil, pour examiner la marche d'une Planete pendant tout le temps d'une de ſes révolutions, il ne la verroit point aller d'un pas égal; c'eſt-à-dire, que dans des temps égaux, il ne lui verroit point parcourir des arcs égaux du Ciel étoilé: premiérement, parce que, comme nous l'avons déja dit, le

mouvement des Planetes se ralentit à mesure qu'elles s'éloignent davantage de leur astre central ; secondement, parce que décrivant des ellipses, qui ont le Soleil à l'un de leurs foyers, elles ont plus de chemin à faire pour parcourir la partie du Zodiaque *ABC*, que l'autre *CDA*, (*fig.* 13).

Mais si on les voit de la Terre, elles ont un mouvement qui paroît encore bien plus irrégulier : tantôt la Planete qu'on observe, au lieu d'aller selon l'ordre des signes, (ce qui s'appelle être *directe*) paroît aller dans le sens contraire, & l'on dit qu'elle est *rétrograde ;* tantôt on diroit qu'elle séjourne vis-à-vis le même point du Ciel, & les Astronomes disent alors qu'elle est *stationnaire :* on voit augmenter sa vîtesse jusqu'à un certain point ; d'autres fois on la voit diminuer de même. Toutes ces irrégularités qu'on nomme *secondes inégalités de Planetes*, ne sont que des apparences, & non pas des réalités. Cela vient de ce que la Terre d'où nous observons, n'est pas fixe, & de ce qu'elle n'est

XVIII. LEÇON.

pas au centre de la révolution de la Planete : rendons ceci ſenſible.

QUATRIEME OPÉRATION.

OTEZ les pieces de la précédente opération ; remettez celles de la ſeconde, & la boule dorée au centre ; prenez dans le coffret une grande aiguille qui a deux pivots ; placez dans la tige de *Mars* celui qui eſt fixé à-peu-près au tiers de la longueur de l'aiguille, & dans la tige de *la Terre*, celui qui eſt terminé par un anneau dans lequel l'aiguille peut gliſſer. Ayez ſoin que les deux Planetes ſoient placées vis-à-vis un endroit quelconque du Zodiaque ; par exemple, vis-à-vis du premier degré de la balance, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 14. Tournez enſuite la manivelle juſqu'à ce que la Terre ait fait une révolution entiere.

Vous obſerverez, 1°. que quand Mars eſt en conjonction & en oppoſition avec le Soleil, l'aiguille qui paſſe alors par le centre du planétaire où eſt placé le Soleil, marque au Zodiaque le ſigne, vis à-vis du

uel ſe trouve alors la Planete de Mars : XVIII. LEÇON.

2°. Que dans toutes les autres poſitions, le bout de l'aiguille, qui parcourt le Zodiaque, eſt plus ou moins avancé que la Planete :

3°. Que quand le Soleil & Mars approchent de leur oppoſition, le mouvement de l'aiguille commence à ſe faire en ſens contraire de celui de Mars :

4°. Que quand l'oppoſition s'acheve, & un peu après le mouvement de l'aiguille ſe fait ſenſiblement contre l'ordre des ſignes, & en rétrogradant.

APPLICATIONS.

SI l'on conſidere l'aiguille comme le rayon viſuel de l'Obſervateur placé ſur la Terre, on voit tout-d'un-coup que, dans les conjonctions & dans les oppoſitions ſeulement, le vrai lieu, & le lieu apparent de la Planete obſervée ne ſont qu'un, parce que dans ces deux circonſtances, ce rayon viſuel procede, comme s'il venoit du centre de l'Univers, où il conviendroit d'être

pour voir toujours l'aſtre en ſon vrai lieu.

XVIII. LEÇON.

Après l'oppoſition, comme la Terre avance plus vîte que la Planete de Mars qui nous ſert ici d'exemple, le rayon viſuel de l'Obſervateur aboutit à un point du Zodiaque moins avancé dans l'ordre des ſignes que celui où répond réellement l'aſtre ; & la différence entre ſon vrai lieu & ſon lieu apparent, va toujours en augmentant, juſqu'à ce que le Soleil & lui ſoient en oppoſition de trois ſignes ſeulement, ou du quart du Zodiaque ; ainſi depuis l'oppoſition juſqu'à ce terme-là, le mouvement de la Planete paroît retarder de plus en plus.

Enſuite l'arc de différence entre le vrai lieu & le lieu apparent, va toujours en diminuant juſqu'à la conjonction, où il devient nul, comme on le peut voir par le mouvement de l'aiguille. Ainſi la Planete qui avoit paru retarder de plus en plus, juſqu'à ce que le Soleil & elle ne fuſſent plus oppoſés que de trois ſignes, ſemble retarder après cela de moins en moins juſqu'à la conjonction.

La Terre recommençant alors une ſeconde révolution, tandis que Mars n'eſt encore qu'au milieu de la ſienne, on voit que le rayon viſuel de l'Obſervateur (toujours repréſenté par la grande aiguille) précede la Planete dans les ſix autres ſignes du Zodiaque, & la fait juger plus avancée qu'elle ne l'eſt réellement: & cette apparence, après avoir été en augmentant pendant trois ſignes, diminue de même pendant les trois derniers; de ſorte qu'après deux révolutions entieres de la Terre, Mars & le Soleil ſe retrouvent en oppoſition.

XVIII. LEÇON.

Mais il eſt à remarquer, & l'aiguille l'indique ſenſiblement, qu'aux approches de l'oppoſition, le rayon viſuel de l'Obſervateur rétrograde autant que la Planete obſervée avance, ce qui la fait paroître ſtationnaire pendant un certain eſpace de temps. Et bientôt après le mouvement de la Terre l'emportant de vîteſſe ſur celui de Mars, & le rayon viſuel retournant en arriere, plus que la Planete ne chemine en avant ou ſelon l'ordre des ſignes, il arrive que celui-ci paroît rétrograde

XVIII. LEÇON.

de la quantité dont le premier de ces deux mouvements surpasse l'autre.

On voit donc par cette quatrieme opération du planétaire, comment on peut rendre raison des accélérations, retardements, stations & rétrogradations des Planetes observées de la Terre, en considérant que le Spectateur est continuellement emporté d'un lieu dans un autre par une révolution qui se fait en plus ou en moins de temps que celle de la Planete qu'il observe; ce qui la lui fait voir souvent où elle n'est pas; & en faisant attention que les apparences résultent non-seulement du mouvement propre de cette Planete, mais de celui-ci combiné avec celui de la Terre où est placé l'Observateur.

Hypothese de Ptolémée sur le mouvement des Planetes.

PTOLÉMÉE n'en étoit pas quitte à si peu de frais pour expliquer ces sortes d'irrégularités; il étoit obligé de recourir à des suppositions, ingénieuses à la vérité, mais qui dérogent beaucoup à cette simplicité que nous reconnoissons dans toutes les opérations de la nature, quand nous sommes assez heu-

Fig. 9.

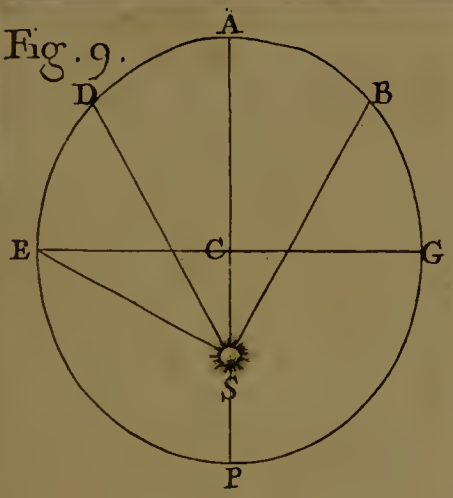


Fig. 13.

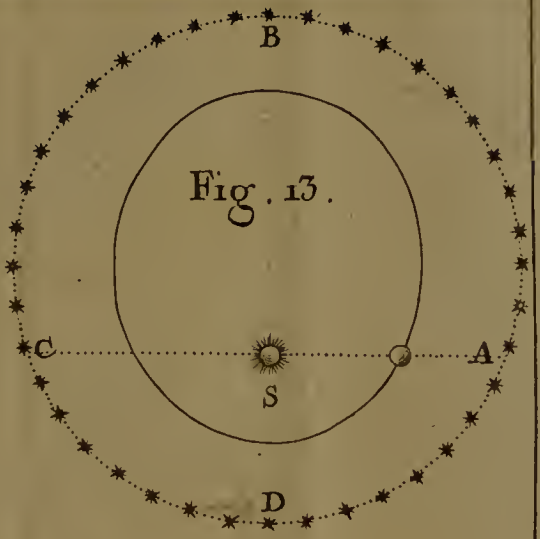
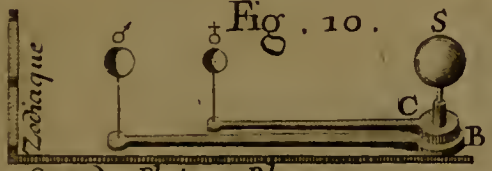


Fig. 10.



Grande Platine Bleue

Fig. 12.

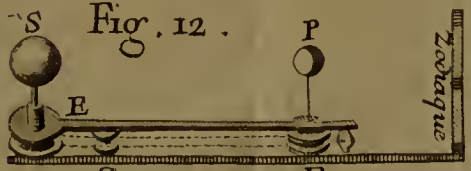


Fig. 14.

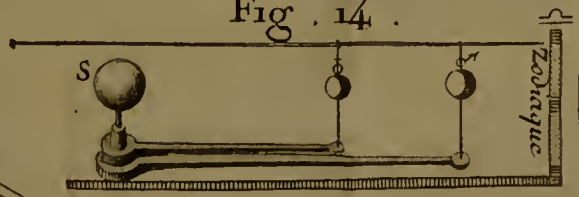


Fig. 11.

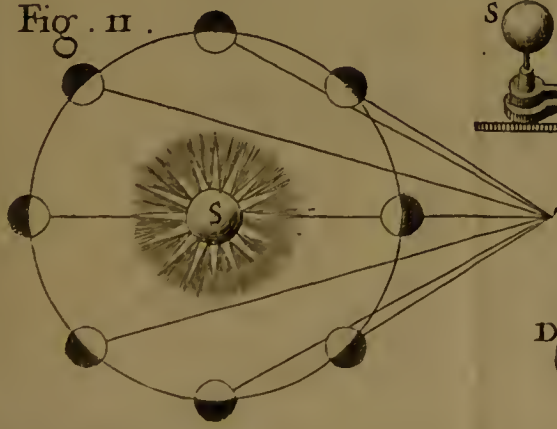
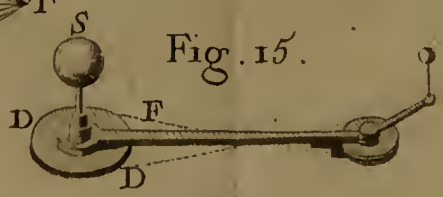


Fig. 15.



Gobin. del. et Sculp.

veux pour découvrir ſon ſecret. On ne ſera peut-être pas fâché d'apprendre comment ce célebre Aſtronome avoit imaginé que les Planetes, dans le cours de leurs révolutions, devenoient accélérantes, retardantes, ſtationnaires, rétrogrades, &c. J'en vais donner une légere idée par l'opération ſuivante.

XVIII. LEÇON.

CINQUIEME OPÉRATION.

AYANT enlevé les pieces de l'opération précédente, mettez la poulie *D D* au centre de la platine bleue, en faiſant entrer les deux pivots dans les trous marqués des mêmes lettres. Ajuſtez au canon extérieur 3, la piece *F*, ayant ſoin que la corde ſans fin ſoit croiſée, & qu'elle embraſſe d'une part la poulie *D D*, & de l'autre part celle qui eſt à l'extrémité de la tige qui porte la Planete, comme on le peut voir par la *Figure* 15. Imaginez de plus que la Terre ou l'Obſervateur eſt au centre du planétaire *S*, & que la Planete eſt illuminée.

Tournez la manivelle pour faire avancer la tige qui porte le petit

XVIII. LEÇON.

globe, vous verrez qu'il décrit dans son orbite une espece de courbe, (*fig.* 16.) qu'on nomme *épicycloïde*, laquelle étant supposée, on peut, jusqu'à un certain point, rendre raison de ces irrégularités qu'on observe dans les révolutions des Planetes.

APPLICATIONS.

LORSQUE la Planete est dans la partie supérieure de son épicycloïde en *A*, par exemple, elle se meut suivant l'ordre des signes du Zodiaque, comme si elle étoit uniquement transportée par le rayon *TA*. Mais le mouvement d'épicycloïde venant à se joindre au mouvement direct, la fait avancer en *B*, en *C*, en *D*, &c. c'est-à-dire, plus qu'elle ne feroit, si elle n'avoit que le dernier de ces deux mouvements : c'est ainsi qu'on peut expliquer ses accélérations.

Vers la partie inférieure *E*, le mouvement d'épicycloïde n'ajoute presque plus rien au mouvement direct, parce que sa direction n'est plus selon l'ordre des signes, mais presque parallele au rayon *FT* de l'orbite,

l'orbite, & cela rend raiſon des retardements de la Planete. Vers F, le mouvement d'épicycloïde commence à ſe faire en ſens contraire du mouvement direct ; d'abord l'un compenſe juſtement l'autre, & par cette raiſon, le ſpectateur placé en T, voit l'aſtre pendant quelque temps au même lieu du Ciel, & le juge ſtationnaire.

Enfin le mouvement d'F en G, devenant plus rapide que le mouvement direct, fait plus que compenſer celui-ci ; & par l'excès de l'un ſur l'autre, la Planete ſe meut pendant quelque temps contre l'ordre des ſignes, & devient rétrograde.

Cette maniere d'expliquer les irrégularités des Planetes eſt tout-à-fait ingénieuſe ; c'eſt dommage qu'elle manque de cette ſimplicité qui caractériſe tout ce que fait la nature, & qui exige que nous donnions la préférence aux hypotheſes qui s'en écartent le moins. A ce titre les explications de Ptolémée doivent le céder à celles de Copernic, qui ne ſuppoſent rien que l'inſtabilité de l'Obſervateur cauſée par le mouve-

XVIII. LEÇON.

ment de la Terre autour du Soleil, mouvement indiqué par l'exemple des autres Planetes, & conſtaté de nos jours par les preuves les plus déciſives.

Pourquoi les Planetes ne s'éclipſent que rarement dans leurs oppoſitions & conjonctions.

QUAND on penſe que toutes les Planetes, tant du premier que du ſecond ordre, font leurs révolutions les unes plus promptement que les autres; non-ſeulement on doit conclure qu'elles changent continuellement d'aſpect entr'elles, comme nous l'avons remarqué plus haut; mais une conſéquence qui ſe préſente encore naturellement à l'eſprit, c'eſt que dans le temps des conjonctions, celle qui paſſe plus près du Soleil, doit couvrir de ſon ombre & éclipſer la plus éloignée; & c'eſt effectivement ce qui ne manqueroit pas d'arriver, ſi toutes les orbites étoient dans un ſeul & même plan: car alors les Planetes, en les parcourant, paſſeroient à coup sûr les unes devant les autres, & cauſeroient autant d'éclipſes. Mais la ſageſſe du Créateur y a pourvu: de toutes les orbites il n'y en a pas deux qui ſoient en même plan. Elles ſont toutes plus ou

moins inclinées les unes aux autres, de maniere que quand deux Planetes paſſent l'une devant l'autre, il arrive preſque toujours que la plus éloignée reçoit les rayons du Soleil, qui viennent par-deſſus ou par-deſſous celle qui paſſe entre cet aſtre & elle : vous verrez ceci d'une maniere ſenſible, en faiſant ce qui ſuit.

SIXIEME OPÉRATION.

APRÈS avoir ôté ce qui a ſervi dans l'opération précédente, prenez dans le coffret un cercle de cuivre qui a deux piliers *H*, *H*, (*fig.* 17) ; placez leurs pivots dans les trous marqués des mêmes lettres ſur la grande platine, & rendez les bords du cercle paralleles à l'écliptique. Ajuſtez la piece 1 au canon extérieur 3, & remettez la groſſe boule dorée au centre pour repréſenter le Soleil, comme dans la *Figure.*

Si vous tournez la manivelle juſqu'à ce que la tige qui porte la petite boule ait fait un tour entier, vous obſerverez que le bout qui eſt tourné vers le Zodiaque, décrit préciſément l'écliptique, & que la petite

XVIII. LEÇON.

boule *T* qui représente ici la Terre ; parcourt une orbite qui est dans le plan de ce même cercle.

Inclinez ensuite le cercle de cuivre d'une médiocre quantité, au plan de l'écliptique, (*fig.* 18.) & tournez de nouveau la manivelle.

Vous observerez que le bout de la tige qui porte la boule *P*, décrit un cercle qui coupe obliquement celui de l'écliptique en deux points diamétralement opposés ; ce qui fait que cette boule qu'on doit prendre ici pour toute autre Planete que la Terre, répond à des endroits du Zodiaque, tantôt plus haut, tantôt plus bas que l'écliptique.

APPLICATIONS.

Orbites des Planetes inclinées plus ou moins les unes que les autres au plan de l'écliptique.

ON peut voir, par cette opération, comment toutes les Planetes (en exceptant la Terre) ont des orbites plus ou moins inclinées au plan de l'écliptique ; chacune d'elles, pendant sa révolution, s'abaisse donc d'une certaine quantité au-dessous de cette ligne, pour remonter ensuite d'autant au-dessus : ce sont ces écartements de part & d'autre qu'on

nomme *latitude* des Planetes ; plus ces latitudes ſont différentes lorſque les Planetes paſſent les unes devant les autres, moins celles-ci courent riſque de s'éclipſer. XVIII. LEÇON.

On nomme *latitude ſeptentrionale* celle que prend une Planete dans la partie du Zodiaque, appartenant à l'hémiſphere boréal ; & *latitude méridionale*, celle qu'elle a dans la partie de cette même Zone qui dépend de l'hémiſphere auſtral. Or il arrive ſouvent que de deux Planetes qui ſont en conjonction, l'une eſt au-deſſus, l'autre au-deſſous de l'écliptique, avec une certaine latitude ; elles ſont encore moins dans le cas de l'éclipſe.

Quoique les orbites ſoient diverſement inclinées entr'elles & au plan de l'écliptique, elles ont cela de commun, qu'elles coupent cette ligne circulaire en deux points diamétralement oppoſés, qu'on appelle les *nœuds*. Et comme chaque Planete, en parcourant ſon orbite, ſe trouvent dans un de ſes nœuds, en paſſant de la partie inférieure du Zodiaque à la partie ſupérieure, & Nœuds des Orbites.

XVIII. LEÇON.

dans l'autre, en retournant de celle-ci dans celle-là, on a nommé le premier *nœud ascendant*, & le second *nœud descendant*, & l'on appelle *ligne des nœuds*, celle qui aboutit de l'un à l'autre en traversant l'orbite.

A l'exception de la Lune, toutes les autres Planetes ont des orbites fixes ; c'est à-dire, que chacun de ces astres, en faisant ses révolutions périodiques, coupe toujours l'écliptique aux mêmes points, en montant & en descendant, & que ses plus grandes latitudes septentrionale & méridionale sont constamment aux mêmes endroits du Zodiaque ; ou si ces quatre points sont sujets à quelques variations, elles sont si peu considérables qu'on peut les négliger ici.

Cometes. leur nature.

OUTRE les six Planetes primitives qui tournent autour du Soleil, & que nous ne perdons point de vue, pour ainsi dire, il paroît de temps en temps au Ciel d'autres astres qu'on croit être de même nature qu'elles, mais qui se montrent sous une forme différente, & pour peu de temps.

Ces corps, que l'on nomme *Co-*

metes, ne ſont pas des météores, comme on l'a cru d'abord, & comme quelques Auteurs l'ont prétendu depuis; il eſt prouvé d'une maniere inconteſtable, qu'ils ſont toujours plus élevés que la Lune, & par conſéquent bien au-delà de notre atmoſphere. Ils ne deviennent viſibles pour nous que quand la partie de leur ſurface, qui eſt illuminée par le Soleil, eſt aſſez proche pour être apperçue de la Terre; & pluſieurs d'entr'eux ont paſſé ſi près de cet aſtre, que s'ils n'euſſent été bien compactes & bien ſolides, ils euſſent été immanquablement conſumés par la chaleur exceſſive qu'ils ont dû éprouver.

XVIII. LEÇON.

Leurs figures.

LA partie la plus lumineuſe d'une comete, eſt ordinairement enveloppée d'une eſpece d'atmoſphere moins brillante: pour diſtinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiere, *le Noyau*, & la ſeconde *la Chevelure*; delà vient le nom de *Comete*, c'eſt-à-dire, aſtre chevelu (*a*).

La comete ordinairement traîne encore après elle une queue lumi-

(*a*) Du mot latin *Coma*, qui ſignifie chevelure.

XVIII. LEÇON.

neuſe, qui eſt quelquefois très-longue, toujours oppoſée au Soleil, & qu'on croit être une vapeur occaſionnée par la chaleur de cet aſtre ; car on remarque que cette queue augmente & diminue, ſuivant que la comete ſe trouve plus ou moins près de lui.

La rareté de leurs apparitions.

POUR expliquer les rares apparitions des cometes, les Aſtronomes ont imaginé qu'elles faiſoient leurs révolutions dans des ellipſes fort alongées. Le Soleil occupant l'un des foyers, comme aux orbites des Planetes, on peut comprendre par la ſeule inſpection de la figure 19, pourquoi ces aſtres ſont ſi long-temps à reparoître dans notre ſyſtême planétaire ; car premiérement la partie *A B C* leur donne bien plus de chemin à faire que la petite portion qui embraſſe de plus près le Soleil. Et en ſecond lieu, l'analogie des autres mouvements céleſtes nous porte à croire qu'elles ralentiſſent leurs marches en s'éloignant de cet aſtre, comme elles l'accélerent à meſure qu'elles s'en approchent.

Il n'en eſt pas des orbites des cometes

cometes comme de celles des Planetes, celles-ci ne s'écartent point de l'écliptique au-delà de sept à huit degrés ; la largeur du Zodiaque les contient toutes, & suffit à leur plus grande latitude ; au lieu que ces ellipses ou paraboles, que décrivent les cometes par leurs révolutions périodiques, se portent vers des parties du Ciel fort différentes les unes des autres, soit dans l'hémisphere septentrional, soit dans l'hémisphere méridional.

XVIII. LEÇON.

Aberrations de leurs orbites par rapport à l'Ecliptique.

Il est à remarquer aussi que ces astres different encore des Planetes, en ce qu'ils ne marchent pas toujours comme elles, selon l'ordre des signes, c'est-à-dire, d'Occident en Orient ; mais souvent on leur voit tenir une route toute opposée ; au lieu du mouvement direct, ils ont celui qu'on nomme *rétrograde*.

Leurs rétrogradations par rapport aux signes du Zodiaque.

Séneque avoit raison de dire (*a*), avec plusieurs Philosophes de la plus haute antiquité, que les cometes ne sont point des feux accidentels & passagers, mais de véritables astres

(*a*) Questions Naturelles, liv. 7, chap. III.

XVIII. LEÇON.

aussi permanents que les autres, & qu'un jour viendroit que le secret de la nature, à l'égard de ces phénomenes, seroit enfin dévoilé. Cette prédiction s'accomplit de nos jours: Halley faisant usage de la théorie de Newton, osa le premier prédire pour l'année 1757 ou 1758, le retour de la comete qui avoit paru en 1682; MM. Clairaut & d'Alembert, par des méthodes plus sûres, & par des théories plus approfondies, ont annoncé la même chose avec une précision que l'événement a justifiée: cette comete fut apperçue à Paris le 21 Janvier 1759.

Prédictions de leurs retours vérifiées.

Ces feux célestes, dont la forme extraordinaire & l'apparition imprévue faisoient naître ci-devant la terreur ou la joie, suivant les affections ou le caprice de ceux qui cherchoient à les interpréter, doivent donc être regardés aujourd'hui par tout le monde, comme des astres dont le cours est assujetti à des loix constantes, & qui n'influent pas plus sur nos affaires que Jupiter ou Saturne.

Fig. 16.

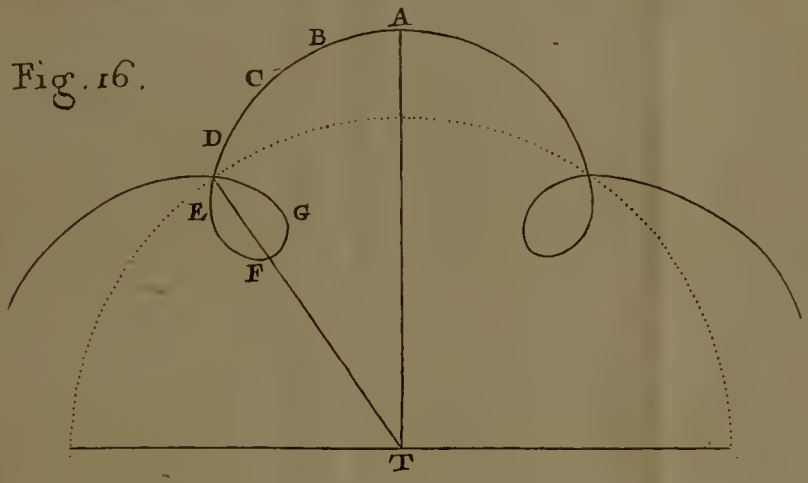


Fig. 18.

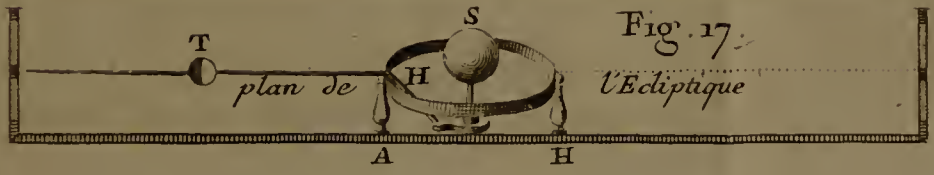


Fig. 17.

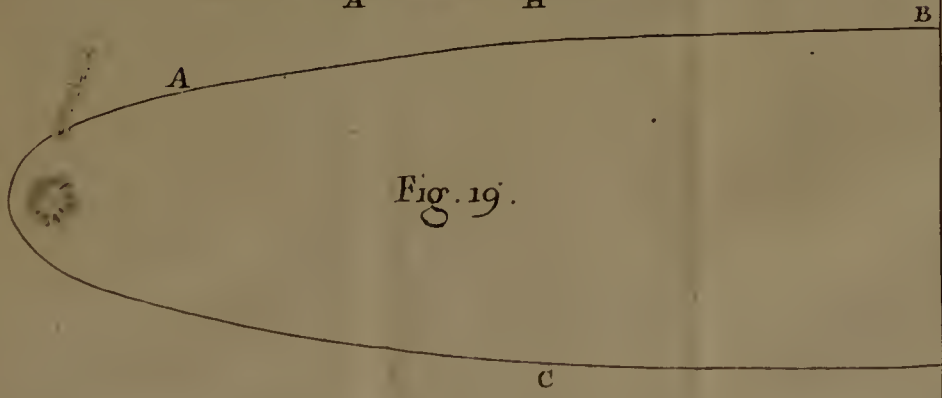


Fig. 19.

Gobin del. et Sculp.

II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particulierement les mouvements du Soleil, de la Terre & de la Lune ; avec les Phénomenes qui en réſultent.

XVIII. LEÇON.

LE GLOBE terreſtre eſt notre habitation ; le Soleil & la Lune ſont les deux principaux luminaires qui répandent la clarté ſur tous les objets qu'il nous importe de connoître, & qui vivifient, par une douce chaleur, ce qui doit s'engendrer, croître & mûrir pour ſatisfaire à nos beſoins : le cours de ces deux aſtres meſure les temps qui partagent notre vie, & qui reglent nos actions. Tous ces titres & tant d'autres qu'il ſeroit ſuperflu de rappeler ici, ſemblent exiger de nous une attention particuliere pour ces trois corps ; ainſi je vais reprendre & continuer les opérations du Planétaire.

XVIII. LEÇON.

SEPTIEME OPÉRATION.

IL faut faire descendre la tige de la manivelle par les trous qui traversent les grands cercles aux signes du Bélier, pour saisir le quarré d'acier qui excede un peu le plan du second de ces cercles.

Prenez ensuite dans le coffret un petit globe terrestre, armé d'un méridien & d'un horizon de cuivre, & dont l'axe prolongé au-delà du pôle antarctique, tourne librement dans le milieu d'une espece de cadran divisé en 24 parties égales, & sous lequel est une roue dentée.

Faites entrer cette roue, qui est percée au centre, sur une tige d'acier qui excede le plan du cercle lunaire.

Faites tourner la platine bleue jusqu'à ce que le globe terrestre réponde au premier degré du Capricorne, & tournez le petit cadran au centre duquel est implanté son axe, de maniere que l'hémisphere austral réponde à ce même point du Zodiaque.

Ayez soin d'incliner aussi le petit

horizon, ſuivant le degré de latitude d'un lieu quelconque, par exemple, de Paris.

Mettez le globe doré qui repréſente le Soleil au centre du planétaire : faites paſſer dans un trou qui traverſe diamétralement cette boule, une aiguille de cuivre que vous trouverez dans le coffret, & qui a un ſupport marqué *K*, dont il faudra enfoncer le pivot dans un trou déſigné par la même lettre ſur la Platine ; voyez *la Figure* 20 qui repréſente toutes ces pieces enſemble ; la grande platine étant repréſentée par ſon diametre *A A*, & les deux parties diamétralement oppoſées du Zodiaque par les deux lignes *AB*, *AD*.

Il faut de plus imaginer que les grands cercles qui repréſentent le Zodiaque ou le Ciel étoilé, ſont tellement agrandis, que la diſtance qu'il y a entre le globe terreſtre *T* & la boule dorée *S*, ſoit preſque nulle, & qu'on puiſſe regarder la Terre comme étant ſenſiblement au centre de la machine.

Tout étant ainſi diſpoſé, ſi vous

XVIII. LEÇON.

faites faire à la Terre un tour entier sur son axe d'Occident en Orient, vous pourrez observer, 1°. que l'aiguille qui vient de la boule dorée, & qui représente un rayon central du Soleil, trace sur le globe terrestre un cercle qui est celui qu'on nomme *le tropique du Cancer*; & que le bout de l'aiguille parcourt d'Orient en Occident les différents points de ce cercle.

2°. Que l'horizon coupe obliquement ce cercle en deux parties inégales, dont la plus grande est au-dessus, & l'autre au-dessous.

3°. Que si l'on change la position de l'horizon, ces deux parties du cercle tracé par l'aiguille, different d'autant moins de grandeur entr'elles, que les bords de l'horizon s'approchent davantage des pôles du globe; de sorte que quand ils passent précisément par ces deux points, le cercle dont il s'agit est divisé en deux parties parfaitement égales.

4°. Que si au contraire on approche l'horizon de l'équateur, de maniere qu'il soit contenu entre les deux tropiques du Cancer & du Capricorne,

le cercle tracé par l'aiguille se trouve tout entier au-dessus.

APPLICATIONS.

LA TERRE est un corps sphérique; ou à-peu-près (*a*). L'on n'en peut pas douter quand on considere que les différentes parties de sa surface ne reçoivent que successivement la lumiere du Soleil ; car si elle étoit plane, tous les peuples qui l'habitent appercevroient cet astre & tous les autres en même temps, comme une chandelle allumée qu'on éleve au bord d'une table, devient visible aussi-tôt d'un bout à l'autre. Figure de la Terre.

Ce qui prouve encore la sphéricité de la Terre, c'est qu'en cheminant de quelque côté que ce soit dans la plaine la plus unie, nous perdons de vue les objets dont nous nous éloignons, tandis que nous en découvrons de nouveaux en avançant.

Je n'insiste pas davantage sur cette vérité, parce qu'elle est suffisamment connue de tout le monde ; mais il

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de la figure de la Terre dans la VIe Leçon, Tom. II, p. 148 & suiv.

XVIII. LEÇON.

est à propos de remarquer que cet arrondissement de la Terre ne nous permet pas de voir bien loin autour de nous ; quand nous nous trouvons en plein champ, il nous semble toujours que nous sommes au centre d'un espace circulaire, dont le diametre, à en juger par les objets connus, peut avoir 12 ou 15 lieues, peut-être davantage, si ces objets ont beaucoup de hauteur, ou que nous soyons placés dans un lieu fort élevé ; mais sur une mer calme, dans une plaine très-vaste & fort unie, il est aisé de démontrer que l'œil placé à 6 pieds au-dessus du terrein, perd de vue les objets qui sont à raze-terre, quand ils sont à une distance de 2557 toises ; ce qui ne donne pas trois lieues communes de France pour le diametre de l'espace circulaire dont il s'agit.

La circonférence de ce cercle, toute petite qu'elle est, paroît pourtant toucher le Ciel : c'est que le Spectateur placé en *a*, (*fig.* 21.) n'appercevant point la distance *b h*, rapporte les objets visibles les plus éloignés au point *b* où se termine la portée de sa vue sur la Terre.

XVIII. LEÇON.

Horizon tant rationel que ſenſible.

LE plan de ce cercle prolongé ou étendu juſqu'au Ciel étoilé, eſt ce qu'on nomme *l'horizon ;* tout ce qui eſt au deſſus eſt viſible pour nous ; tout ce qui eſt au-deſſous nous eſt caché. Si l'on avoit l'œil au centre de la Terre, l'horizon repréſenté par ſon diametre *H H* partageroit exactement la ſphere en deux parties égales ; quand on eſt à la ſurface, comme en *a*, par exemple, il eſt aiſé de voir que l'horizon rend l'hémiſphere ſupérieur plus petit que l'hémiſphere inférieur ; mais ſi l'on conſidere combien la Terre eſt petite en comparaiſon de la vaſte étendue des Cieux, on concevra tout d'un coup que le demi-diametre *T a* n'eſt, pour ainſi dire, qu'un point, par comparaiſon à la ligne *T H*, & que *h h* ne differe pas ſenſiblement de *H H*.

Cependant comme ce dernier horizon *H H*, dont le plan paſſe par le centre de la Terre, n'eſt ſujette à aucune variation de grandeur, & que l'autre, par certaines circonſtances, peut nous laiſſer voir un peu plus ou un peu moins de la voûte céleſte,

XVIII. LEÇON.

les Aſtronomes ont jugé à propos de les diſtinguer en appelant *HH*, *Horizon rationel*, & *hh*, *Horizon ſenſible*.

Puiſque chacun eſt au centre de ſon horizon, il faut conclure qu'on en peut compter autant qu'il y a de points à la ſurface de la Terre, & que nous en changeons à chaque pas que nous faiſons dans quelque direction que ce ſoit; l'horizon de Paris n'eſt donc pas celui de Lyon; une partie de l'hémiſphere céleſte, qui eſt apparent ſur celui-ci, ne ſe voit pas en même temps ſur celui-là.

Pôles de l'horizon, Zénith & Nadir.

LES Aſtronomes, pour certains uſages, ont imaginé une ligne droite qui paſſe perpendiculairement par le centre de l'horizon, & qui ſe termine à la voûte céleſte, d'une part au point *Z*, & de l'autre au point *N*; le premier de ces deux points s'appelle *le Zénith*, & le ſecond *Nadir*.

On pourroit les regarder comme les pôles de l'horizon; ils changent comme lui pour chaque lieu.

Conſidérons maintenant ce qui doit réſulter de la rotation de la Terre autour de ſon axe, pour ces différens horizons; ce mouvement

XVIII. LEÇON.

Pôles du monde.

ſuppoſe à la ſurface du globe terreſtre deux points diamétralement oppoſés ſur leſquels il roule ; c'eſt ce qu'on nomme les *Pôles* : pour les diſtinguer entr'eux, on nomme celui qui eſt dans la partie du Nord, *le Pôle arctique*, ou *boréal*, ou *ſeptentrional* ; on appelle l'autre *le Pôle antarctique*, ou *auſtral*, ou *méridional*. Voyez *la Figure* 22, qui repréſente les pôles de la Terre, ceux de l'horizon & les principaux cercles de la ſphere, par leurs diametres.

Les différentes poſitions de la Sphere.

SUPPOSONS donc premierement un Obſervateur placé ſur la Terre, dans un lieu également éloigné des deux pôles, à Quito, par exemple, qui eſt une des principales villes du Pérou, (*fig.* 23) : cet homme, emporté par le mouvement diurne de la Terre, paſſe en 24 heures par tous les points d'un grand cercle qui diviſe le globe en deux hémiſpheres égaux.

Ce cercle qu'on imagine comme ſubſiſtant, par ce qu'il eſt d'un grand uſage dans la Géographie, eſt celui qu'on nomme l'*Equateur terreſtre* : tout Spectateur, placé ſur ſa circonférence, jouit à ſon tour des

XVIII. LEÇON. La Sphere droite.

apparences céleſtes dont nous allons faire mention.

Si celui que nous ſuppoſons ici eſt tourné de maniere qu'il ait à ſa gauche le pôle arctique, & à ſa droite le pôle antarctique ; dès qu'il eſt nuit, il voit toutes les étoiles qui bordent cette moitié de l'horizon qui ſe préſente à lui, monter peu-à-peu d'un mouvement commun juſqu'à un certain point, & deſcendre enſuite juſqu'au bord oppoſé, chacune ayant décrit au Ciel un demi-cercle pendant douze heures ; & après un pareil eſpace de temps, il voit les mêmes étoiles reparoître, & faire un trajet ſemblable à celui de la nuit précédente.

Il voit faire ſenſiblement la même choſe au Soleil, à la Lune & aux autres Planetes ; mais comme ces aſtres, outre cette révolution commune qui n'eſt qu'apparente, ont un mouvement qui eſt particulier à chacun d'eux, il y a des différences à obſerver à leur égard, dont je parlerai dans la ſuite.

Quoique le mouvement du Ciel étoilé ne ſoit qu'apparent, il ne faut

pas moins imaginer qu'il se fait sur deux points qui répondent à ceux sur lesquels le globe terrestre se meut réellement ; ces deux points s'appellent les *Pôles du monde* ; ils se distinguent par les mêmes noms que ceux de la Terre : & sont tous deux dans la circonférence de l'horizon pour les habitants de l'équateur.

On étend aussi le plan de l'équateur terrestre jusqu'au Ciel étoilé, pour distinguer les deux hémisphères célestes qui répondent à ceux dont ce même cercle fait la séparation sur la Terre. On le nomme aussi *Ligne équinoxiale*, pour des raisons qu'on verra ci-après. Revenons à notre Spectateur Péruvien.

Toutes les étoiles lui paroissent donc décrire des demi-cercles au-dessus de l'horizon, & il doit penser qu'elles en font autant au-dessous ; car cette apparence résulte de la rotation de la Terre qui est continue & uniforme, & la durée de leur absence est égale à celle de leur apparition.

Ces cercles sont paralleles entr'eux, puisque chaque étoile est fixe dans sa position, & que le mou-

XVIII. LEÇON.

vement qu'elle paroît avoir eſt commun à toutes ; c'eſt ſans doute le parallélifme de ces cercles qui n'exiſtent qu'en idée, qui a porté les Aſtronomes & les Géographes à tracer ſur les globes terreſtres, depuis l'équateur juſqu'aux pôles, toutes ces lignes circulaires qu'on nomme *paralleles*, ou *cercles de latitude*. Mais ce qui diſtingue particulierement le climat dans lequel nous ſuppoſons ici qu'on obſerve les mouvements céleſtes, c'eſt que tous les aſtres qui ſe levent pour commencer, ou qui terminent en ſe couchant les demi-cercles dont nous venons de parler, ont toujours une direction perpendiculaire à l'horizon, ce qu'on appelle avoir *la ſphere droite*, (*Fig.* 23.)

Toutes les étoiles qui ſe ſont levées en même temps, notre Spectateur les voit arriver enſemble au bout de ſix heures, à leur plus grande hauteur ; elles ſont alors rangées d'un pôle à l'autre dans un demi-cercle qu'on nomme *le méridien*, parce qu'il diviſe en deux parties égales la portion de cercle que chaque aſtre, & par conſéquent

le Soleil paroît décrire sur l'horizon, ainsi que le temps qu'il emploie à l'éclairer : comme ce demi-cercle comprend tous les points de plus grande hauteur des astres, on imagine bien que tous les points de leur plus grand abaissement sous l'horizon, forment un autre demi-cercle, qui fait avec le méridien un cercle entier ; l'un détermine le *Midi*, & l'autre le *Minuit* ; ce cercle idéal, qui coupe l'horizon à angles droits en passant par les pôles du monde, & par le zénith de chaque lieu, se multiplie autant qu'il y a de divisions à l'équateur ; & c'est ce qu'on nomme sur le globe terrestre, *degrés de longitude* : on les compte d'Occident en Orient, & la plupart des Géographes modernes prennent pour premier méridien, celui qui passe par l'Isle de Fer, la plus occidentale des Canaries.

Dans la sphere droite, comme dans la sphere oblique dont nous parlerons bientôt, le Soleil, la Lune & les autres Planetes ne se levent & ne se couchent pas toujours aux mêmes points de l'horizon, com-

XVIII. LEÇON.

me les étoiles fixes : les orbites que ces aſtres parcourent par leurs mouvements propres, coupant obliquement l'équateur, on les voit tantôt au Nord, tantôt au Sud de ce cercle; ainſi, ſelon qu'ils ſont plus ou moins avancés de l'un ou de l'autre côté, leurs levers & leurs couchers déclinent de l'équateur, à droite ou à gauche d'une quantité plus ou moins grande. Cet écartement ſe nomme *déclinaiſon*, & ſe meſure par l'arc du méridien intercepté entre l'équateur & le point où l'aſtre coupe le méridien.

Mais ce qu'il y a de remarquable à cet égard dans la ſphere droite, c'eſt que quelque déclinaiſon, ſeptentrionale ou méridionale qu'un aſtre puiſſe avoir, ſa préſence ſur l'horizon eſt toujours de douze heures; la durée du jour par conſéquent y eſt perpétuellement égale à celle de la nuit. De-là vient, ſans doute, que dans ces climats, que l'on nomme la *Zône torride*, la chaleur qui devroit être exceſſive, eu égard à l'action directe du Soleil, y eſt cependant ſupportable; la longueur

gueur des nuits donne le temps à la Terre & à l'atmosphere de se rafraîchir.

Transportons à présent notre Observateur dans quelque endroit de la Terre, qui soit situé entre l'équateur & l'un des deux pôles; à Paris, par exemple, & voyons comment le mouvement diurne du globe lui fera voir le Ciel.

Il faut considérer, avant toutes choses, que son Zénith n'étant éloigné du pôle que d'environ 41 degrés, le point septentrional de son horizon doit être abaissé de 49 degrés ou environ au-dessous de ce même pôle: car il faut que ces deux distances, celle du Zénith au pôle, & celle du pôle à l'horizon, égalent ensemble 90 degrés, qui est la quantité dont le Zénith est toujours éloigné de l'horizon; & comme le plan de l'équateur coupe l'axe de la Terre à angles droits, on doit penser que ce cercle s'éloigne du Zénith, & s'incline à la partie australe de l'horizon de la même quantité dont le pôle arctique est élevé au-dessus de la partie opposée *H.* (*Figure* 22.)

XVIII. LEÇON.

Quand l'équateur & ſes paralleles ſont inclinés à l'horizon, cela s'appelle avoir la *ſphere oblique* ; & cette obliquité peut augmenter depuis la ſphere droite juſqu'à celle où l'horizon & l'équateur ſont dans le même plan, & qu'on nomme pour cela *la ſphere parallele* ; de ſorte que, ſuivant la poſition des lieux, le pôle peut s'élever ſur l'horizon depuis o juſqu'à 90 degrés. Revenons à la poſition de Paris, où le pôle eſt élevé d'environ 49 degrés, comme je l'ai dit plus haut.

La Sphere oblique.

LE Spectateur tournant avec la Terre, paſſe par tous les points d'un cercle plus petit que l'équateur terreſtre, incliné comme lui à l'horizon, & qui coupe le méridien au 49e degré de latitude ſeptentrionale ; & il met à faire cette révolution autant de temps que s'il étoit dans l'équateur, c'eſt-à dire, 24 heures. Voilà ce qu'il y a de réel, & ce qu'il n'apperçoit pas cependant, parce que tout ce qui eſt autour de lui, eſt emporté avec lui d'un mouvement commun, qui ne cauſe aucun changement dans la poſition reſpective des objets

qui l'environnent auſſi loin que ſa vue peut s'étendre.

XVIII. LEÇON.

S'il conſidere le Ciel pendant la nuit, il voit une partie des étoiles ſortir du bord oriental de l'horizon, monter au méridien, deſcendre vers l'occident pour ſe coucher, & reparoître la nuit ſuivante pour recommencer la même révolution.

Il peut remarquer, 1°. que chacune de ces révolutions ſe fait dans un cercle parallele à l'équateur, par conſéquent incliné de la même quantité que lui à l'horizon.

2°. Que ceux de ces aſtres qui appartiennent à l'hémiſphere ſeptentrional, décrivent, depuis leur lever juſqu'à leur coucher, des portions de cercles plus grandes, & demeurent plus de temps ſur l'horizon que ceux de l'hémiſphere méridional.

3°. Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces aſtres ſont plus loin de l'équateur de part & d'autre.

4°. Qu'à latitudes égales, ceux de l'hémiſphere auſtral demeurent autant de temps ſous l'horizon que ceux de l'hémiſphere boréal en paſſant deſſus.

XVIII. LEÇON.

5°. Que les étoiles qui répondent à une distance de l'équateur, vers le Sud, plus grande que de 41 degrés, ne paroissent jamais sur l'horizon ; & que celles qui s'écartent de ce cercle de 41° vers le Nord, font leurs révolutions entieres sur l'horizon, & ne se couchent jamais.

Quant aux astres qui passent, comme nous l'avons déja dit, d'un hémisphere à l'autre ; tels que le Soleil, la Lune, & les autres Planetes, les arcs qu'ils décrivent sur l'horizon, & le temps qui s'écoule depuis leur lever jusqu'à leur coucher, ont les mêmes rapports entr'eux que ceux des étoiles qui sont dans les mêmes zônes du Ciel. C'est à-dire, par exemple, que quand le Soleil a passé l'équateur, & qu'il est dans l'hémisphere septentrional, il est plus long-temps sur l'horizon que dessous, les jours sont plus longs que les nuits, & d'autant plus longs, que cet astre est plus avancé dans cet hémisphere ; c'est tout le contraire avec les mêmes proportions, lorsqu'il est dans l'hémisphere austral ; & il en est de même de la Lune.

On voit aiſément que tout ce qu'il y a de particulier pour cette poſition de la ſphere, réſulte néceſſairement du mouvement diurne & réel de la Terre, eu égard à l'obliquité de ſon axe de rotation : car chaque lieu du globe terreſtre faiſant une révolution circulaire, l'aſtre qui ſe trouve vis-à-vis de lui, quand il la commence, doit répondre ſucceſſivement & en ſens contraire à tous les points d'un pareil cercle. Cette correſpondance ſuivie donne donc à l'aſtre une apparence de circulation qui doit imiter en tout le mouvement réel qui en eſt la cauſe. Voilà pourquoi les étoiles qui correſpondent à ceux des paralleles terreſtres, que l'élévation du pôle tient tout entier hors de l'horizon, paroiſſent circuler de maniere qu'elles ne ſe couchent jamais ; & que celles qui ſont dans le cas oppoſé ne ſe levent point. Voilà pourquoi tous les autres aſtres intermédiaires paroiſſent circuler obliquement à l'horizon, & demeurent deſſus d'autant plus long-temps, qu'ils repondent à des paralleles moins diſtans du pôle

arctique. Disons un mot de la sphere parallele.

XVIII. LEÇON.

La Sphere parallele.

J'AI déja dit qu'on appelle ainsi la sphere d'un lieu dont l'horizon est dans le plan même de l'équateur, (*Fig.* 24) : il faut pour cela avoir son Zénith au pôle du monde ; un homme placé en tel endroit sur la Terre, par exemple, au pôle arctique, ne pourroit voir que cette moitié du Ciel, qu'on nomme l'*hémisphere septentrional ;* toutes les autres étoiles seroient perpétuellement cachées pour lui, puisqu'elles seroient à son égard au-delà de l'équateur qu'on suppose confondu avec l'horizon. Cet homme debout tourneroit comme sur un pivot de droite à gauche ; mais comme ce mouvement, qui seroit très-égal & fort lent, puisqu'il ne lui feroit faire qu'un tour en vingt-quatre heures, ne changeroit rien au rapport qu'ont avec lui les objets terrestres ; il ne manqueroit pas de l'attribuer aux différentes parties du Ciel, parce qu'il les verroit changer continuellement de position relativement à lui, & dans un sens opposé ; il croi-

roit donc les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

Les étoiles lui paroîtroient décrire des cercles entiers, tous paralleles entr'eux & à l'horizon ; parce que, dans cette poſition de la ſphere dont il s'agit ici, le Zénith, qui eſt le pôle de l'horizon, ſe trouve être auſſi celui du monde, ſur lequel roulent tous ces mouvements apparents : & par la même raiſon, les aſtres les moins élevés lui paroîtroient faire leurs révolutions dans de plus grands cercles que les autres.

Les Planetes ayant leurs mouvements propres dans des orbites qui ne s'écartent pas bien conſidérablement du plan de l'écliptique, ſe trouvent par conſéquent comme ce cercle, tantôt d'un côté de l'équateur, tantôt de l'autre, c'eſt-à-dire, dans un temps au-deſſus, & dans un autre temps au-deſſous de l'horizon. Chacune d'elles ayant, comme les étoiles, des révolutions apparentes & circulaires de 24 heures, ne ceſſe pas d'être viſible pendant la moitié du temps qu'il lui faut pour parcourir ſon ellipſe. L'habitant du pôle,

XVIII. LEÇON.

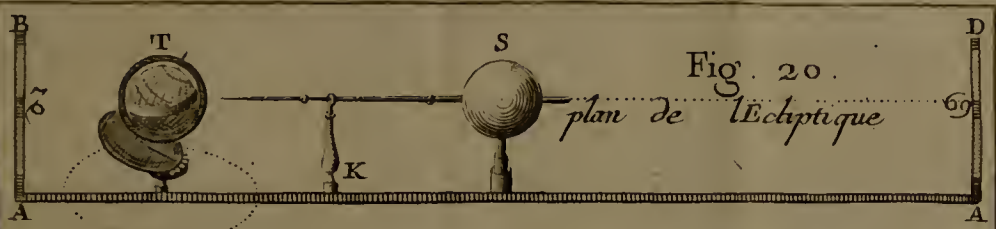
s'il y en a, voit donc circuler le Soleil pendant six mois autour de lui, & la Lune pendant 14 jours & quelque chose de plus; après quoi il seroit autant de temps sans les revoir, si des causes particulieres, dont je parlerai par la suite, ne prolongeoient la présence de ces astres au-delà du temps qu'ils ont à être sur l'horizon; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération suivante du planétaire.

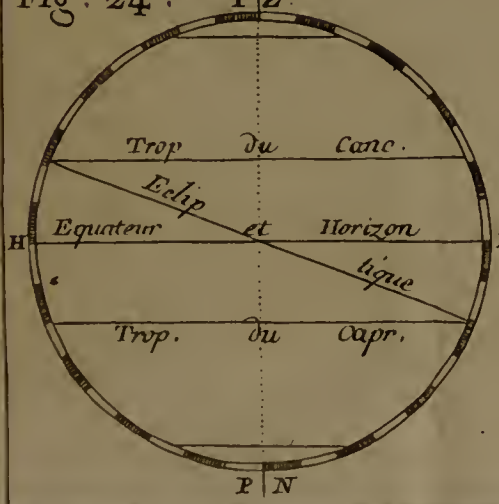
HUITIEME OPÉRATION.

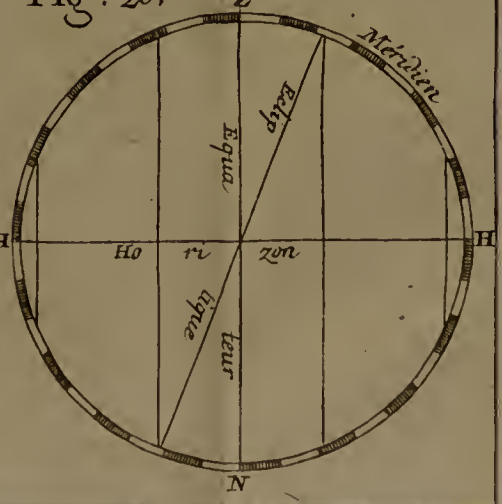
REMETTEZ toutes les pieces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente, & comme elles sont représentées par la *Figure* 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle, jusqu'à ce que le globe terrestre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui représente le Soleil; mais ayez soin d'arrêter de temps en temps, pour faire tourner avec la main la Terre sur son axe.

En procédant ainsi, vous observerez, 1°. que la Terre en faisant une







Cobin del. et Sculp.

une révolution entiere autour du Soleil, d'Occident en Orient, ou, ce qui eſt la même choſe, ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, voit cet aſtre répondre ſucceſſivement, & dans le même ſens, à tous ces mêmes ſignes ; & comme l'orbite qu'elle décrit eſt dans le plan de l'écliptique, cette ligne ou ce cercle repréſente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil, ou ce qu'on appelle *ſon mouvement annuel.* Le Lecteur qui n'aura pas ſous les yeux notre planétaire artificiel, comprendra aiſément ceci par l'inſpection de la *Figure* 25. Car quand la Terre eſt en *a*, vis-à-vis du ſigne du Capricorne, elle rapporte le Soleil à celui du Cancer, qui eſt le point du Zodiaque, diamétralement oppoſé à celui auquel elle répond ; & à meſure qu'elle avance en *b* & en *c*, &c. ce qui la met ſucceſſivement vis-à-vis des ſignes du Verſeau, des Poiſſons, &c. le Soleil, qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel, directement oppoſé à celui auquel elle répond, lui ſemble paſſer du Cancer au Lion, de celui-ci à la

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc *a b c* de son orbite, il lui semble voir le Soleil parcourir l'arc *ABC* de l'écliptique.

2°. Vous remarquerez que la Terre, pendant tout le temps de sa révolution autour du Soleil, maintient constamment son axe incliné de 23 degrés & demi au plan de l'écliptique; ce qui fait que l'aiguille qui représente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorsque le globe terrestre répond au signe du Capricorne, comme *T*, (*fig.* 20.) & qu'il voit le Soleil *S* vis-à-vis du signe de l'Ecrevisse (ou du Cancer), si on lui fait faire un tour entier sur son axe, le bout de l'aiguille décrit sur l'hémisphere septentrional un des paralleles de l'équateur, celui qui en est éloigné de 23 degrés & demi à peu-près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer.*

Qu'on fasse avancer le petit globe d'un ou deux signes, en faisant tourner la grande platine, alors le Soleil

à ſon égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie oppoſée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution ſur ſon axe, on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallele que ci-devant, mais un autre qui eſt plus près de l'équateur. XVIII. LEÇON.

Quand il ſera arrivé au premier degré du Bélier, s'il tourne encore ſur ſon axe, l'aiguille ſe trouvera directement vis-à-vis l'équateur, & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entiere.

En continuant de faire ainſi avancer le globe terreſtre dans ſon orbite, & en le faiſant tourner de temps en temps ſur ſon axe, on peut aiſément remarquer que l'aiguille décrit enſuite, dans l'hémiſphere méridional, des paralleles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur, juſqu'à la diſtance de vingt-trois degrés & demi. Le dernier qui touche ce terme, eſt ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne*, parce qu'alors la Terre répondant au ſigne de l'Ecreviſſe, voit le Soleil comme ſi cet aſtre étoit dans le ſigne qui eſt diamétralement oppoſé.

XVIII. LEÇON.

s'il y en a, voit donc circuler le Soleil pendant six mois autour de lui, & la Lune pendant 14 jours & quelque chose de plus; après quoi il seroit autant de temps sans les revoir, si des causes particulieres, dont je parlerai par la suite, ne prolongeoient la présence de ces astres au-delà du temps qu'ils ont à être sur l'horizon; mais tout ceci s'entendra mieux après l'opération suivante du planétaire.

HUITIEME OPÉRATION.

REMETTEZ toutes les pieces du planétaire dans l'état où elles étoient au commencement de l'opération précédente, & comme elles sont représentées par la *Figure* 20.

Faites tourner la grande platine avec la manivelle, jusqu'à ce que le globe terrestre ait fait un tour entier autour de la boule dorée qui représente le Soleil; mais ayez soin d'arrêter de temps en temps, pour faire tourner avec la main la Terre sur son axe.

En procédant ainsi, vous observerez, 1°. que la Terre en faisant une

Fig. 20.

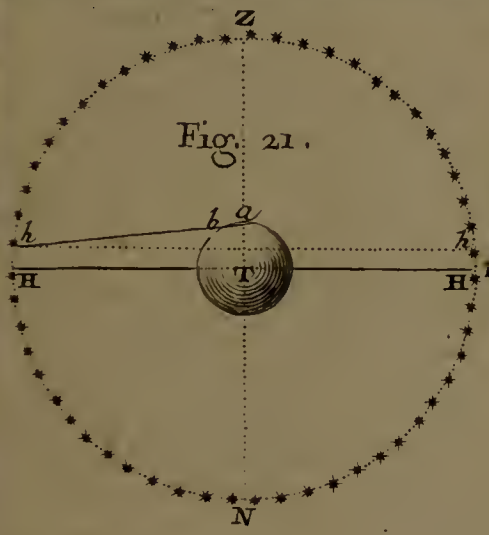


Fig. 21.

Fig. 22.

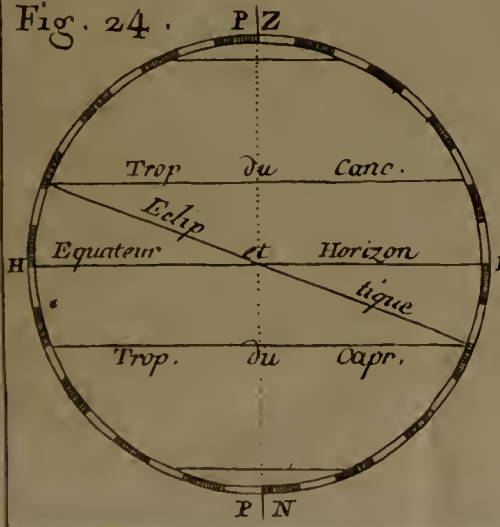


Fig. 24.

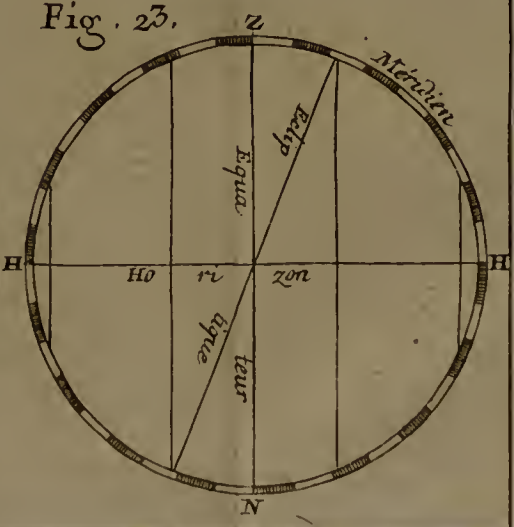


Fig. 23.

Cobin del et Sculp.

une révolution entiere autour du Soleil, d'Occident en Orient, ou, ce qui eſt la même choſe, ſuivant l'ordre des ſignes du Zodiaque, voit cet aſtre répondre ſucceſſivement, & dans le même ſens, à tous ces mêmes ſignes ; & comme l'orbite qu'elle décrit eſt dans le plan de l'écliptique, cette ligne ou ce cercle repréſente dans le Ciel la circulation apparente du Soleil, ou ce qu'on appelle *ſon mouvement annuel.* Le Lecteur qui n'aura pas ſous les yeux notre planétaire artificiel, comprendra aiſément ceci par l'inſpection de la *Figure* 25. Car quand la Terre eſt en *a*, vis-à-vis du ſigne du Capricorne, elle rapporte le Soleil à celui du Cancer, qui eſt le point du Zodiaque, diamétralement oppoſé à celui auquel elle répond ; & à meſure qu'elle avance en *b* & en *c*, &c. ce qui la met ſucceſſivement vis-à-vis des ſignes du Verſeau, des Poiſſons, &c. le Soleil, qu'elle voit toujours dans un lieu du Ciel, directement oppoſé à celui auquel elle répond, lui ſemble paſſer du Cancer au Lion, de celui-ci à la

XVIII. LEÇON.

XVIII. LEÇON.

Vierge, &c. En un mot, tandis qu'elle décrit par un mouvement réel l'arc *a b c* de ſon orbite, il lui ſemble voir le Soleil parcourir l'arc *ABC* de l'écliptique.

2°. Vous remarquerez que la Terre, pendant tout le temps de ſa révolution autour du Soleil, maintient conſtamment ſon axe incliné de 23 degrés & demi au plan de l'écliptique ; ce qui fait que l'aiguille qui repréſente un rayon central du Soleil, ne répond pas toujours aux mêmes parties du globe.

Car, par exemple, lorſque le globe terreſtre répond au ſigne du Capricorne, comme *T*, (*fig.* 20.) & qu'il voit le Soleil *S* vis-à-vis du ſigne de l'Ecreviſſe (ou du Cancer), ſi on lui fait faire un tour entier ſur ſon axe, le bout de l'aiguille décrit ſur l'hémiſphere ſeptentrional un des paralleles de l'équateur, celui qui en eſt éloigné de 23 degrés & demi à peu-près, & qu'on nomme *le tropique du Cancer.*

Qu'on faſſe avancer le petit globe d'un ou deux ſignes, en faiſant tourner la grande platine, alors le Soleil

à son égard paroîtra s'être avancé d'autant dans la partie opposée de l'écliptique ; & s'il fait une révolution sur son axe, on verra que l'aiguille ne trace plus le même parallele que ci-devant, mais un autre qui est plus près de l'équateur. XVIII. LEÇON.

Quand il sera arrivé au premier degré du Bélier, s'il tourne encore sur son axe, l'aiguille se trouvera directement vis-à-vis l'équateur, & parcourra tous les points de ce cercle dans une révolution entiere.

En continuant de faire ainsi avancer le globe terrestre dans son orbite, & en le faisant tourner de temps en temps sur son axe, on peut aisément remarquer que l'aiguille décrit ensuite, dans l'hémisphere méridional, des paralleles qui s'éloignent de plus en plus de l'équateur, jusqu'à la distance de vingt-trois degrés & demi. Le dernier qui touche ce terme, est ce qu'on nomme *le tropique du Capricorne*, parce qu'alors la Terre répondant au signe de l'Ecrevisse, voit le Soleil comme si cet astre étoit dans le signe qui est diamétralement opposé.

XVIII. LEÇON.

Après cela on verra l'aiguille se rapprocher peu-à-peu de l'équateur, & tracer encore une fois ce cercle, quand le globe terreſtre répondra au premier degré de la Balance ; & il continuera de tracer des paralleles qui s'éleveront de plus en plus au-deſſus de l'équateur, juſqu'au tropique du Cancer ; ce qui arrivera quand le globe ſera revenu au premier degré du Capricorne, d'où il étoit parti.

3°. On peut voir de même ce qui réſulte des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, par rapport aux différentes poſitions de la ſphere, en faiſant varier l'horizon du petit globe terreſtre : on reconnoîtra, par exemple, pourquoi dans la ſphere droite il regne un équinoxe perpétuel ; car en quelqu'endroit de ſon orbite que ſoit la Terre, en la faiſant tourner ſur ſon axe, on verra toujours que les paralleles tracés par l'aiguille qui repréſente le rayon central du Soleil, ſont coupés en deux parties égales ; ce qui ſignifie que dans tous les temps de l'année, les jours ſont égaux aux nuits.

Si la ſphere eſt parallele, on reconnoîtra par le même moyen comment dans toute une année il n'y a qu'un ſeul jour de ſix mois, & une ſeul nuit qui dure autant à en juger par la préſence du Soleil ſur l'horizon, & par ſon abſence : car l'aiguille qui repréſente cet aſtre ou ſon action directe, trace des paralleles dans l'hémiſphere ſeptentrional, qui eſt dans cette ſuppoſition tout entier au-deſſus de l'horizon, pendant les ſix mois que la Terre met à parcourir la partie de ſon orbite qui répond aux ſix ſignes méridionaux ; & elle ne ceſſe de les tracer dans l'autre hémiſphere, que quand la Terre parcourt l'autre moitié de ſon orbite qui répond aux ſignes ſeptentrionaux.

XVIII. LEÇON.

Enfin, l'on peut voir de même comment ſe font les accroiſſements & décroiſſements des jours & des nuits dans la ſphere oblique, ainſi que les deux équinoxes. Car tous les paralleles décrits par l'aiguille qui tient lieu de rayon ſolaire, étant coupés obliquement par l'horizon, il eſt évident qu'il n'y a que celui

XVIII. LEÇON.

qui passe sur l'équateur même qui soit partagé en deux parties égales, & que les arcs de ces paralleles qui sont au-dessus de l'horizon, & qui représentent la durée de chaque jour, sont plus grands dans celui des deux hémispheres qui a le pôle élevé, que dans l'autre dont le pôle est abaissé au-dessous de l'horizon; différences qui vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux tropiques de part & d'autre.

Et comme le petit globe terrestre, en parcourant toute son orbite, présente deux fois son équateur à l'aiguille; savoir, lorsqu'il répond au premier degré du Bélier, & lorsqu'il est vis à-vis le premier degré de la Balance, il est aisé de comprendre pourquoi, avec cette position de la sphere, il y a dans le cours d'une année, deux équinoxes à six mois l'un de l'autre.

APPLICATIONS.

Mouvement annuel du Soleil.

ON voit donc, par la huitieme opération du planétaire, que dans le système dont nous avons fait choix, la révolution annuelle du

Soleil dans l'écliptique, n'eſt qu'une apparence, comme le mouvement diurne de cet aſtre ; cependant il eſt paſſé en uſage d'en parler comme d'une réalité : ainſi pour nous conformer au langage reçu, nous dirons que dans le cours d'une année, le Soleil parcourt les douze ſignes du Zodiaque, en ſe contenant toujours dans l'écliptique ; qu'il paſſe deux fois ſur l'équateur, en allant & en revenant d'un tropique à l'autre ; qu'il n'excede jamais ces deux termes ; & que les deux jours où il s'y trouve, s'appellent pour cela, l'un *le ſolſtice d'Eté*, l'autre *le ſolſtice d'Hiver* : comme les deux interſections de l'équateur avec l'écliptique, qui ſont au premier point du ſigne du Bélier, & au premier point du ſigne de la Balance, ſe nomment *l'équinoxe du Printemps* & *l'équinoxe d'Automne.*

XVIII. LEÇON.

SUR quoi il eſt bon de remarquer qu'il ne faut pas confondre au Ciel, le ſigne avec la conſtellation dont il porte le nom. Lorſque les anciens Aſtronomes imaginerent de former le Zodiaque, ils le diviſerent en douze parties égales de trente

Diſtinction à faire entre les Signes & les Conſtellations dont ils portent les noms.

XVIII. LEÇON.

degrés chacune, & prirent, pour premier point de ce cercle, une étoile qui eſt à l'oreille du Bélier ; alors cette conſtellation occupoit aſſez exactement la premiere des douze diviſions du Zodiaque ; le Taureau répondoit à la deuxieme, les Gémeaux à la troiſieme, & ainſi des autres ; mais ce point du Ciel où ſe fait l'équinoxe du Printemps, & où étoit autrefois l'étoile dont je viens de faire mention, ce point, dis-je, par des cauſes que je ſupprime ici, recule tous les ans de 50 ſecondes 20 tierces de degrés (*a*), ce qui fait que tout le Ciel étoilé paroît avancer d'autant. Or, cet effet s'étant multiplié avec le temps, aujourd'hui les conſtellations du Zodiaque ſont avancées preſque d'une douzieme partie de ce cercle ; de ſorte que chacune d'elles ne répond plus à la diviſion à laquelle elle appartenoit autrefois ; celle du Bélier, par exemple, ſe trouve preſ-

(*a*) C'eſt ce mouvement qu'on nomme en Aſtronomie *la preſſion des Equinoxes*. Voyez les Leçons Elémentaires d'Aſtronomie de l'Abbé de la Caille, N°. 28, 491, 630, 764, 767.

que toute entiere à la place du Tau- XVIII.
reau, celui-ci à celle des Gémeaux, LEÇON.
&c.

Mais malgré ce déplacement des figures, on a toujours conservé les 12 premieres divisions du Zodiaque; & c'est-là, à proprement parler, ce que les Astronomes appellent les 12 signes, & qu'ils distinguent toujours par les noms de ces constellations qui leur appartenoient anciennement.

Pour faciliter l'intelligence des principaux phénomenes qui résultent des deux mouvements annuel & diurne de la Terre, nous avons alternativement suspendu l'un pour considérer l'autre; ce qui a donné lieu à quelques inexactitudes qu'il est à propos de corriger. Nous avons regardé les révolutions apparentes & diurnes du Soleil, comme autant de cercles paralleles à l'équateur; & cela seroit en effet, si la Terre demeuroit fixe dans un point de son orbite, tandis qu'elle fait un tour sur son axe devant le Soleil; car alors les points de sa surface, éclairés successivement par le rayon cen-

XVIII. LEÇON.

tral de cet aſtre, formeroient enſemble un vrai cercle, une courbe rentrante ſur elle-même. Mais ſi l'on conſidere que la Terre s'avance dans ſon orbite en même temps qu'elle tourne devant le Soleil, on conviendra que la trace que laiſſeroit ſur ſa ſurface un ſeul & même rayon ſolaire, doit être une eſpece de ſpirale qui vient finir à côté de l'endroit où elle a commencé, & qui s'éloigne ou s'approche de l'équateur, ſuivant que le Soleil va vers l'un des tropiques, ou qu'il en revient. Imaginez une pelote qu'on fait tourner devant vous, pour recevoir, en dévidant, un fil qui vient de votre main, & qu'on la fait avancer inſenſiblement de droite à gauche, ou dans le ſens contraire, afin que les circonvolutions du fil s'arrangent les unes à côté des autres; voilà l'image des révolutions diurnes du Soleil autour de la Terre: celle-ci eſt la pelote, votre main eſt l'aſtre, le fil eſt le rayon central ou direct.

Mouvement diurne du Soleil, plus lent que celui des étoiles fixes.

SI le Soleil n'avoit que le mouvement apparent qui réſulte de la rotation de la Terre ſur ſon axe, ce

mouvement qui lui ſeroit commun avec les étoiles, auroit la même durée pour lui que pour elles, & ne ſeroit ſujet à aucune variation ; ainſi celles qui auroient une fois paſſé au méridien avec lui, y paſſeroient toujours ; la nuit d'Eté comme la nuit d'Hiver, nous offriroient conſtamment les mêmes conſtellations ; mais cet aſtre, à cauſe du mouvement annuel de la Terre, & parce qu'elle a toujours ſon axe incliné du même ſens, paroît décrire d'Occident en Orient, dans l'eſpace d'une année, un grand cercle que nous avons nommé l'*Ecliptique*, & qui, par ſon obliquité, s'écarte de 23 degrés & demi de part & d'autre de l'équateur ; de-là il arrive que quand l'étoile, avec laquelle le Soleil étoit parti du méridien, revient y paſſer après une révolution diurne, il s'en faut d'une certaine quantité que le Soleil n'y ſoit encore parvenu ; & les quantités ſe multipliant tous les jours, font que les étoiles précedent de plus en plus le Soleil : de ſorte qu'au bout de ſix mois elles ont gagné douze heures d'avance ſur lui, & qu'à une

XVIII. LEÇON.

Effet de ce retardement.

XVIII. LEÇON.

heure donnée de la nuit, l'hémisphere étoilé qui est sur l'horizon, est celui qui, six mois auparavant, étoit dessous, à pareille heure : cela est exactement ainsi pour ceux qui ont la sphere droite ; & dans le cours d'une année, les habitants de la sphere oblique voient successivement toutes les constellations qui peuvent passer sur leur horizon ; car celles qui y sont de jour dans une saison, s'y trouvent de nuit dans une autre. Quant à ceux de la sphere parallele, leur horizon concourant avec l'équateur, ils ne voient jamais que le même hémisphere du Ciel étoilé.

Le Soleil plus long-temps dans les signes septentrionaux, que dans les signes méridionaux.

COMME le mouvement annuel du Soleil n'est qu'une apparence causée par le mouvement réel de la Terre dans son orbite, & que cette orbite est, comme nous l'avons dit, une ellipse dont l'un des foyers est occupé par le centre du Soleil, il est aisé de voir, en jetant les yeux sur la *Figure* 25, que cet astre doit paroître plus long-temps dans les six *signes septentrionaux*, le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecre-

viſſe, le Lion & la Vierge, que dans es ſix autres, qu'on appelle *méridionaux* (*a*) ; car la Terre ayant ſon aphélie dans la partie de ſon orbite qui regarde ceux-ci, doit y ſéjourner plus long-temps par deux raiſons : la premiere, parce que cette partie de l'ellipſe eſt plus grande que l'autre ; la ſeconde, parce que, comme je l'ai dit dans la premiere Section, le mouvement d'une Planete quelconque ſe ralentit à meſure qu'elle s'éloigne de ſon aſtre central.

XVIII. LEÇON.

LE Soleil étant de tous les aſtres que nous pouvons voir, le plus grand, le plus lumineux, le plus commode à obſerver, il étoit naturel de choiſir de préférence ſes mouvements pour meſurer le temps ; auſſi voyons-nous que dès les premiers âges du monde, tous les peuples, d'un commun accord, ont compté par les révolutions de cet aſtre la durée des étres & celle des actions : on a fait ſervir la Lune aux mêmes uſages, parce qu'elle eſt viſible auſſi par toute la Terre, &

Meſure du temps tiré des mouvements du Soleil, & de ceux de la Lune.

(*a*) La différence eſt de 9 jours.

qu'elle offre par ſes différentes phaſes des époques très-remarquables ; mais les ſecours qu'on en tire ne ſont ni auſſi généralement ni auſſi facilement employés que les apparences périodiques du Soleil.

XVIII. LEÇON.

Diviſions du temps.

LE temps ſe diviſe en ſiecles, en années, en mois, en ſemaines, en jours, en heures, en minutes, en ſecondes, en tierces, &c. Ceci eſt ſuffiſamment connu de tout le monde ; mais il y a quelque choſe à remarquer au ſujet des jours, des mois & des années.

Le jour naturel ou aſtronomique.

CHAQUE tour entier de la Terre ſur ſon axe, occaſionne, comme je l'ai déja dit pluſieurs fois, une révolution apparente du Soleil autour de la Terre. C'eſt là ce qu'on nomme *le jour naturel* ou *aſtronomique* : c'eſt la quantité de temps qui s'écoule entre l'inſtant où le Soleil paſſe au méridien, & l'inſtant où il y arrive le lendemain. Mais j'ai fait obſerver ci-deſſus que le Soleil à chaque révolution revient un peu plus tard au méridien, que le point du Ciel ou de la Terre avec lequel il y a paſſé le jour précédent ; & ce petit

retard n'eſt pas toujours de la même quantité. Delà il arrive que les jours naturels, dans les différents temps de l'année, ne ſont point égaux entr'eux. Les Aſtronomes les rappellent à l'égalité, en diviſant la ſomme du temps que le Soleil emploie à parcourir l'écliptique dans le cours d'une année, en autant de parties égales qu'il en faut pour en aſſigner 24 à chaque jour.

XVIII. LEÇON.

Temps vrai & temps moyen; différences de l'un à l'autre.

AU moyen de cette équation, nous avons deux ſortes d'heures à diſtinguer; les unes qui ſont toujours égales entr'elles, c'eſt ce qu'on appelle *le temps moyen*; les autres qui ſont affectées des inégalités qui ſe trouvent dans le mouvement diurne du Soleil; c'eſt ce qu'on nomme *le temps vrai*. Un bon cadran ſolaire montre les heures du temps vrai; une montre ou une pendule bien réglée, montre celles du temps moyen; il y en a dont le rouage eſt tellement conſtruit, qu'elles marquent l'un & l'autre temps par différentes aiguilles; on les nomme pour cela *Horloges* ou *Pendules à équations* (*a*).

(*a*) Voyez dans le Livre que l'Académie

XVIII. LEÇON.

En Aſtronomie on eſt dans l'uſage de compter les 24 heures de ſuite d'un midi à l'autre ; ainſi après minuit on continue par les nombres 13, 14, &c. Mais dans l'uſage civil, on partage ordinairement le jour naturel en deux parties égales de 12 heures chacune : cependant il y a encore quelques nations qui font ſonner les 24 heures de ſuite aux horloges publiques ; ce qui eſt très-incommode, ſur-tout quand on fait, comme les Italiens, finir & recommencer le jour au coucher du Soleil ; car dans la ſphere oblique, cette époque varie continuellement.

Le jour artificiel ou civil ; la nuit, les crépuſcules.

DANS tous les endroits de la Terre où le Soleil fait une partie de ſa révolution diurne ſur l'horizon, & l'autre deſſous, on appelle la premiere *le jour artificiel* ; & la ſeconde eſt ce qu'on nomme *la nuit*. En parlant des trois principales poſitions de la ſphere, nous avons vu dans

Royale des Sciences fait publier tous les ans, ſous le titre de *Connoiſſances des Temps*, ou *des Mouvements céleſtes*, les différences du temps vrai au temps moyen pour chaque jour de l'année, 5e & 6e *colonnes de la ſeconde page de chaque mois.*

quel

XVIII. LEÇON.

quel rapport l'un eſt à l'autre pour la durée, eu égard ſeulement à la préſence & à l'abſence du Soleil déterminées par l'horizon ; mais il me reſte à dire que la clarté ou l'illumination cauſée par cet aſtre, commence avant qu'il ſoit levé, & ſubſiſte encore quelque temps après qu'il eſt couché, parce que la lumiere qu'il lance dans la partie haute de l'atmoſphere, s'y répand d'une maniere vague, & ſe réfléchit en grande partie vers la ſurface de la Terre ; c'eſt ce que l'on nomme *les Crépuſcules :* celui du matin ſe diſtingue de celui du ſoir par le nom d'*Aurore* qu'on lui donne, & le commencement de l'aurore eſt *le point du jour.*

On a obſervé que le crépuſcule commence le matin lorſque le Soleil eſt encore à 18 degrés au-deſſous de l'horizon, & qu'il ne finit le ſoir que quand cet aſtre eſt deſcendu de la même quantité au-deſſous : or comme le Soleil parcourt par heure 15 degrés de l'équateur ou d'un de ſes paralleles, il faut conclure, 1°. que dans la ſphere droite, au temps

XVIII. LEÇON.

des équinoxes, les crépuscules doivent durer chacun une heure & 12 minutes, comme cela arrive en effet : ainsi le jour qui n'y devroit durer que 12 heures, eu égard seulement à la présence du Soleil, se trouve augmenté par-là de deux heures 24 minutes : & dans les autres temps de l'année, cela varie à proportion de la distance du Soleil à l'équateur.

2°. Que les crépuscules en Eté sont d'autant plus longs, que le pôle est plus élevé ; de sorte que si la latitude du lieu est telle que le Soleil à minuit ne soit pas tout-à-fait de 18 degrés au-dessous de l'horizon, comme cela est dans le climat de Paris, il n'y a point de nuit close pendant tout le mois de Juin & une partie de Juillet.

3°. Et quant à la sphere parallele, il est évident, par le même principe, que l'Aurore doit y durer environ deux mois, & qu'il doit y faire clair encore autant de temps après le coucher du Soleil.

Indépendamment des crépuscules qui augmentent, comme on vient de le voir, la durée du jour artificiel,

il eſt encore une cauſe qui concourt au même effet, en nous faiſant voir le Soleil ſur l'horizon avant qu'il y ſoit réellement, & qui retarde ſon coucher apparent : c'eſt la réfraction que la lumiere de cet aſtre éprouve en entrant obliquement dans l'atmoſphere terreſtre, & qui plie ſes rayons vers la ſurface de la Terre ; voyez ce que j'ai dit de la réfraction par rapport aux aſtres en général. *Tome VI, page 268 & ſuiv.*

SEPT jours naturels ou aſtronomiques compoſent une ſemaine, & ſe diſtinguent par des noms que tout le monde ſait ; *Lundi*, *Mardi*, *&c.* Nous avons reçu ces noms des anciens Aſtronomes, qui avoient conſacré les jours de la ſemaine aux principales Planetes : le 1er au Soleil, *dies Solis*, que les Chrétiens ont appelé le jour du Seigneur, *dies Dominica*, en François *Dimanche ;* le 2e à la Lune, *Lunæ dies*, *Lundi ;* le 3e à Mars, *Martis dies*, *Mardi ;* le 4e à Mercure, *Mercurii dies*, *Mercredi ;* le 5e à Jupiter, *Jovis dies*, *Jeudi ;* le 6e à Vénus, *Veneris dies*, *Vendredi ;* & enfin le 7e à Saturne, *Saturni dies*,

Jours de la ſemaine.

dont nous avons fait le mot *Samedi*.

XVIII. LEÇON. L'Egliſe appelle *féries*, tous les autres jours de la ſemaine après le Dimanche; elle les diſtingue par leur rang: ainſi le Lundi eſt la 2e férie, le Mardi la 3e, le Mercredi la 4e, &c.

Mois Solaires. IL y a dans chaque mois ſolaire la valeur de 4 ſemaines, & quelques jours de plus; car il y en a communément 30 ou 31, pour répondre à-peu-près au temps que le Soleil met à parcourir un ſigne ou la 12e partie du Zodiaque. On ſaura tout d'un coup les mois qui ont 31 jours, & ceux qui n'en ont que 30, en retenant les quatre vers qui ſuivent.

Trente jours a Novembre,
Juin, Avril & Septembre:
De vingt-huit il y en a un,
Tous les autres ont trente & un.

Tout le monde ſait que celui de 28 jours eſt *Février*.

Les Romains n'eurent d'abord que dix mois, dont le premier étoit celui de Mars. C'eſt pourquoi nos quatre derniers mois portent aujourd'hui des noms qui ne répondent plus au rang qu'ils tiennent, mais bien à

celui qu'ils avoient autrefois, *Septembre*, *Octobre*, *Novembre*, *Décembre*, c'eſt-à-dire, le ſeptieme, le huitieme, le neuvieme, le dixieme. Mais comme ces dix mois ne rempliſſoient pas, à beaucoup près, le temps que le Soleil met à parcourir les douze ſignes du Zodiaque, les ſaiſons ſe trouvoient par-là fort dérangées d'une année à l'autre; on ſentit bientôt cet inconvénient, & l'on y remédia en partie, en ajoutant deux nouveaux mois, *Janvier* & *Février*, que l'on plaça immédiatement avant celui de Mars: de ſorte que celui-ci, qui juſques-là avoit été le premier de l'année, devint le troiſieme par cette addition.

XVIII. LEÇON.

TANDIS que la Terre fait une révolution entiere dans ſon orbite, elle tourne ſur ſon axe 365 fois & un quart, à-peu-près: cela veut dire, ſelon les mouvements apparents, & ſelon les expreſſions uſitées, que l'année ſolaire eſt de 365 jours & près de ſix heures: en prenant ces ſix heures excédentes pour completes, on convint de les employer, en faiſant tous les quatre ans une année qui

L'année ſolaire, commune, & biſextile.

auroit un jour de plus que les autres.

XVIII. LEÇON.

Cette année de 366 jours fut nommée *Biſſextile*, parce que le jour qu'elle avoit de plus que l'année commune, fut placé immédiatement avant le 24 de Février, qui, ſuivant la maniere de compter des Romains, étoit le 6e avant les Calendes de mars : ainſi, parce qu'on diſoit *deux fois* cette année-là, *ſexto Calendas Martii*, le jour intercalé fut nommé *bis-ſexte*, & l'année où il avoit lieu, *bis-ſextile.*

Réforme du Calendrier ſous le Pontificat & par les ſoins de Grégoire 13.

CET arrangement, qui ſe fit ſous l'Empire de Jules-Céſar (*a*), ſuppoſoit, comme on voit, que les ſix heures excédentes de l'année commune, étoient completes : mais elles ne le ſont pas, & quoiqu'il n'y manque que quelques minutes, cette petite quantité répétée pendant un grand nombre d'années, devint pourtant ſi conſidérable, qu'à la fin du 16e ſiecle, les équinoxes étoient dérangés de 10 jours. Le Pape Grégoire XIII ordonna, par une Bulle du 24 Février 1582, que ces 10

(*a*) C'eſt de-là que vient le nom d'année *Julienne.*

jours de trop seroïent retranchés, & que le 5 Octobre suivant seroit le 15 du même mois. La plupart des Etats Catholiques reçurent cette réforme. Henri III ordonna, par un Edit publié à Paris au mois de Novembre 1582, que le 9 Décembre suivant étant expiré, le lendemain fût compté pour le 20e du même mois. Mais l'Angleterre (*a*) & quelques autres nations ne voulant point se conformer à cette correction, continuerent de dater leurs actes selon l'ancien Calendrier ; & c'est ce qui a donné lieu à la distinction du *vieux* & du *noveau style*, dont on a coutume de faire mention par ces lettres V. S. & N. S. dans les écrits qui doivent passer d'une nation à l'autre.

XVIII. LEÇON.

Les Astronomes employés par Grégoire XIII à la réformation du Calendrier, non-seulement remédierent aux erreurs que le temps passé avoit introduites, mais ils prévinrent encore

(*a*) Par un acte émané du Parlement, la nation Angloise au mois de Septembre 1752 a adopté la réforme faite au Calendrier par le Pape Grégoire XIII.

XVIII. LEÇON.

celles que l'avenir pourroit cauſer : ayant obſervé que le biſſexte ajoutoit en 4 ans 43 minutes plus que le Soleil n'emploie à retourner au même point du Zodiaque, ils ſupputerent que ces minutes raſſemblées compoſeroient un jour entier au bout de 133 ans. Ainſi, pour empêcher que cet excédent ne fit encore quelque dérangement, ils propoſerent, & d'après leur avis il fut arrêté, que dans le cours de 400 ans, on omettroit trois biſſextes. L'année 1700 pour cette raiſon ne fut point biſſextile ; 1800 & 1900 ne le ſeront point encore ; mais 2000 le ſera.

Le Cycle ſolaire.

LES 365 jours dont l'année commune eſt compoſée, forment 52 ſemaines & un jour : d'où l'on voit que s'il n'y avoit point d'année biſſextile, les quantiemes des mois & les jours de la ſemaine ſe retrouveroient les mêmes de ſept en ſept ans ; mais l'année biſſextile étant de 52 ſemaines & deux jours, le concours des quantiemes des mois avec les jours de la ſemaine, recule encore d'un jour tous les quatre

quatre ans; en sorte que ce n'est qu'au bout de 28 ans que le même quantieme peut se retrouver au même jour de la semaine, après en avoir parcouru tous les autres jours. Le même quantieme pourra bien revenir au même jour plus d'une fois dans cet intervalle, mais il n'aura pas encore parcouru tous les jours de la semaine. Cet intervalle de 28 ans, est ce qu'on appelle le *Cycle solaire.*

XVIII. LEÇON.

L'année de la naissance de Jésus-Christ étoit la 10e du cycle solaire; ainsi pour trouver l'année du cycle solaire, qui répond à une année proposée de l'Ere Chrétienne; pour trouver, par exemple, le cycle solaire pour l'année 1764, il faut ajouter à 1764 le nombre 9, & diviser la somme par 28; le reste 9 de la division indique qu'en 1764, le cycle solaire est 9.

DANS le Calendrier de chaque année, il y a une lettre qui désigne le Dimanche, & qu'on nomme pour cela *Lettre Dominicale;* c'est toujours une des initiales des mots latins que voici: *Dei*, *cœlum*, *bonus*, *accipe*, *gratis*, *filius*, *esto.* On trouvera la

Lettre Dominicale.

XVIII. LEÇON.

lettre dominicale qui convient à une année proposée, si l'on compte le cycle solaire de cette année circulairement sur quatre doigts, en prononçant de suite les mots précédents, *Dei Cœlum*, *&c.* Chaque fois qu'on tombe sur le premier doigt on prononce deux de ces mots, & un seulement sur chacun des autres ; la lettre que l'on cherche est la lettre initiale du mot qu'on prononce le dernier : en 1765, par exemple, où le cycle solaire est 10, le mot *filius* qui tombe au second doigt, indique que la lettre dominicale de cette année est *F*.

Quand l'année est bissextile, il y a deux lettres dominicales, dont la premiere sert jusqu'au 24 de Février, & la seconde pendant le reste de l'année : ainsi en 1764, le doigt par où l'on finit de compter étant le premier, on y prononce deux mots, qui, dans le cas présent, sont *accipe*, *gratis* ; ce qui désigne que *A* & *G* sont les deux lettres dominicales de cette année.

Le cycle solaire sert encore à trouver par quel jour de la semaine

commence tel ou tel mois. Il faut pour cela connoître la *Lettre Fériale*; chaque mois a la sienne : ces lettres sont les initiales des mots suivants : *A*, *Dieu*, *Donc*, *Gaſſion*, *Brave*, *Et*, *Généreux*; *Commandant*, *Fidele*, *Appui*, *Des*, *François*. La premiere *A*, est celle de Janvier, la seconde *D*, est celle de Février, &c. XVIII. LEÇON.

Il faut comparer la lettre fériale à la lettre dominicale; si elle est la même, le mois commence par un Dimanche; si la fériale suit immédiatement la dominicale, ou si elle la précede, selon l'ordre alphabétique, le mois commencera par un Lundi, dans le premier cas, ou par un Samedi dans le second, &c.

S'il étoit question, par exemple, de savoir par quel jour de la semaine a commencé le mois d'Août de l'année 1764; le cycle solaire étant 9, la lettre dominicale étoit *G*; la lettre fériale est *C*, laquelle répond au Mercredi; ainsi le premier d'Août 1764 a dû être un Mercredi.

L'ANNÉE se partage en quatre saisons, qui sont le Printemps, l'Eté, l'Automne & l'Hiver; chacune d'elles Les Saisons.

XVIII. LEÇON.

dure autant de temps que le Soleil en met à parcourir trois signes du Zodiaque, ce qui comprend l'espace de trois mois. Pour les climats qui sont entre l'équateur & le pôle arctique, le Printemps commence lorsque le Soleil entre au signe du Bélier; ce qui arrive le 20 de Mars ou environ, & finit quand cet astre arrive au signe de l'Ecrevisse, le 21 de Juin; alors l'Eté commence & dure jusqu'au 22 de Septembre, jour auquel le Soleil entre au signe de la Balance; l'Automne commence ce jour-là, & finit quand le Soleil se trouve au premier degré du Capricorne, c'est-à-dire, au 21 Décembre; l'Hiver commence alors, & dure jusqu'au 20 Mars.

Quand il est l'Hiver pour les climats septentrionaux, il est l'Eté pour ceux de l'hémisphere méridional qui leur correspondent; il en est de même pour l'Automne & pour le Printemps. Entre les deux tropiques il n'y a dans toute l'année, à proprement parler, qu'un Hiver & un Eté, si l'on en juge par le chaud & le froid. Mais au-delà des tropiques

les quatre saisons se distinguent très-sensiblement ; l'Hiver par le grand froid, l'Eté par la grande chaleur, le Printemps & l'Automne par des températures moyennes. XVIII. LEÇON.

Le froid qui se fait sentir en Hiver, la chaleur qu'on éprouve en Eté, ne viennent point, comme on pourroit se l'imaginer, de ce que le Soleil est plus ou moins éloigné de la Terre ; car au contraire c'est dans la dernière de ces deux saisons que cet astre est dans l'apogée, c'est-à-dire, qu'il est alors plus éloigné de nous, que dans tout autre temps de l'année. La cause principale de ces deux effets opposés, c'est qu'en Eté les rayons solaires tombent sur la surface de la Terre, moins obliquement qu'en Hiver, d'où il arrive que l'horizon en reçoit une plus grande quantité. Ajoutez à cela que les jours d'Eté sont plus longs que ceux d'Hiver ; le Soleil restant plus long-temps sur l'horizon, l'échauffe davantage, & les nuits, qui sont proportionnellement plus courtes, causent moins de refroidissement : cette derniere considération nous laisse à penser

XVIII. LEÇON.

que les peuples les plus voisins des pôles, lesquels, eu égard à la grande obliquité des rayons solaires, ne devroient avoir, pour ainsi dire, que des Etés froids, ne laissent pas que d'éprouver des chaleurs assez grandes, parce que le Soleil est sur leur horizon pendant cinq à six mois, & qu'il y agit sans relâche.

La longueur des nuits entre les deux tropiques, avec les pluies qui y sont très-fréquentes, modere beaucoup la chaleur qui devroit y régner, eu égard à la direction des rayons solaires; ce qui la rend le plus incommode, c'est qu'elle dure toute l'année; car, pour l'intensité, les thermometres comparables que nous faisons voyager depuis environ quarante ans, nous apprennent constamment que sous l'équateur même (ce que les Marins appellent *la Ligne*) le plus grand chaud n'excede pas celui qu'on éprouve quelquefois en France.

Cependant, comme dans cette partie de la Terre, la grande chaleur est perpétuelle, que dans le voisinage des pôles le froid est tou-

jours excessif en hiver, & que par-tout ailleurs le froid & le chaud sont ordinairement modérés, on a partagé à cet égard la surface de la Terre en cinq Zones ou bandes circulaires; savoir, une qu'on nomme la Zone *torride*, qui est contenue entre les deux tropiques; deux qu'on appelle les Zones *glaciales* ou *froides*, qui s'étendent depuis les pôles jusqu'au 66^{e} $\frac{1}{2}$ degrés de latitude où est le cercle polaire, deux auxquelles on a donné le nom de Zones *tempérées*, & qui ont pour limites dans chaque hémisphere, le tropique d'une part, & le cercle polaire de l'autre. XVIII. LEÇON.

Il ne nous convient pas d'entrer dans un plus grand détail, touchant la surface de la terre; c'est dans les traités de Géographie qu'il faut chercher ce qui manque ici : voyons ce qui concerne la Lune.

NEUVIEME OPÉRATION.

OTEZ le globe terrestre : ajustez au canon de cuivre qui est au centre du cercle lunaire, la piece marquée *L* que vous trouverez dans le coffret, & qui est représentée par la

XVIII. LEÇON.

Figure 26. Tournez cette piece de façon que la petite boule qui représente le globe de la Lune, se trouve directement entre le centre du cercle lunaire, & la boule dorée *S* qui représente le Soleil au milieu de la grande platine, & que sa partie blanche regarde la boule dorée : remettez le globe terrestre, comme il étoit pour la 8e opération : toutes ces pieces ensemble sont représentées par la *Figure* 27.

Si vous faites tourner la grande platine par le moyen de la manivelle, vous pourrez observer ce qui suit :

1°. Tandis que le globe terrestre parcourt un signe entier du Zodiaque, la petite boule qui représente la Lune, fait presque une révolution autour d'elle.

2°. La petite boule, lorsqu'elle est entre la Terre & la boule dorée *S*, a sa partie blanche entierement tournée vers celle-ci, & sa partie noire regarde le globe terrestre.

3°. Quand la Terre se trouve entre la boule dorée & la petite Lune, celle-ci a toute sa partie blanche tournée directement vers la Terre.

4°. Dans toutes les autres positions, l'hémisphere blanc de la petite boule ne se présente à la Terre qu'en partie, & plus ou moins suivant qu'elle est plus près ou plus éloignée de son opposition avec la boule dorée. XVIII. LEÇON.

APPLICATIONS.

SI l'on imagine le planétaire assez grand pour que le globe terrestre puisse être réputé sensiblement au centre, on concevra aisément qu'un Observateur placé sur la surface de la Terre, doit voir la Lune répondre successivement à tous les signes du Zodiaque, dans l'espace de temps qu'il faut à cette derniere Planete pour faire une révolution entiere autour d'elle : car l'orbite lunaire n'étant d'ailleurs inclinée que d'environ cinq degrés au plan de l'écliptique, elle se contient comme toutes les autres dans les limites de cette Zone céleste. Mouvement de la Lune.

Si l'on se rappelle maintenant ce que nous avons dit plus haut, que tous les astres sans exception paroissent se mouvoir en vingt-quatre heures

XVIII. LEÇON.

d'Orient en Occident, en vertu de la rotation diurne & réelle de la Terre ; laquelle se fait en sens contraire, on verra tout d'un coup pourquoi la Lune se leve & se couche comme le Soleil.

Et puisque la Lune fait en moins d'un mois ce que le Soleil n'acheve qu'en un an, il faut que dans ce petit espace de temps, elle aille & revienne d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur ; que toutes ses révolutions diurnes soient sensiblement des paralleles à ce grand cercle ; que dans la sphere droite, elle soit toujours autant de temps dessus que dessous l'horizon ; que dans la sphere oblique, elle se fasse voir pendant un demi-mois dans les signes septentrionaux, & pendant le reste de la lunaison dans les signes méridionaux, restant tantôt plus, tantôt moins sur l'horizon que dessous ; qu'enfin dans la sphere parallele elle soit sur l'horizon environ quatorze jours de suite, & autant dessous avant que de reparoître : ce qui est très conforme aux observations.

XVIII. LEÇON.

LE temps que la Lune emploie à faire une révolution entiere dans son orbite est de 27 jours 7 heures & environ 43 minutes. C'est ce qu'on appelle son *mois périodique.* Mois périodique.

MAIS le temps qui s'écoule entre deux de ses conjonctions avec le Soleil, est de vingt-neuf jours & demi : parce que cet astre s'avance d'environ vingt-sept degrés dans l'écliptique, tandis qu'elle fait sa révolution autour de la Terre ; ainsi il faut à celle-ci quelques jours de plus pour se retrouver en conjonction avec lui. Cet espace de temps de vingt-neuf jours & demi s'appelle le *Mois synodique* de la Lune, ou *Lunaison.* Mois synodique.

LA Lune étant un corps opaque & sphérique, ne peut jamais avoir que la moitié de sa surface illuminée par le Soleil, comme nous l'avons remarqué au sujet des Planetes en général : & comme l'hémisphere éclairé se présente diversement à nous dans le cours d'une lunaison, cela donne lieu à plusieurs phases remarquables, qui sont comme autant de points de division pour le mois synodique. Phases de Lune.

XVIII. LEÇON. Quand la Lune eſt en conjonction avec le Soleil, alors ſon épaiſſeur empêche totalement que ſa partie éclairée ne puiſſe être apperçue de la Terre ; cela s'appelle *nouvelle Lune.*

Après quelques jours de marche dans ſon orbite, la Lune nous laiſſe appercevoir un peu de ſa partie lumineuſe, ſous la forme d'un *Croiſſant* ☽ (*Figure* 28.) qui a ſa convexité tournée vers l'Occident, parce que le Soleil eſt alors de ce côté-là.

Sept jours ou un peu plus après la nouvelle Lune, nous voyons la moitié de la partie éclairée ſous la forme d'un demi-cercle, quoique ce ſoit le quart d'une ſphere ; cette apparence vient de ce que la convexité de la ligne *a*, *b*, (2) ne peut s'appercevoir, l'œil étant à une trop grande diſtance, & dans le même plan qu'elle. Cette phaſe s'appelle *le premier quartier* de la Lune.

Quatorze jours & demi après la conjonction, la Planete ayant parcouru la moitié de ſon orbite, a toute ſa partie illuminée vers la Terre, & nous la voyons comme un

disque circulaire (3), quoique ce soit un hémisphere ; mais comme rien n'indique à l'œil que les parties du milieu sont plus avancées vers lui que celles des bords, il les juge toutes sur un même plan ; c'est ce qu'on nomme *la pleine Lune*. Alors la Planete est en opposition avec le Soleil.

XVIII. LEÇON.

Enfin à compter de cette phase, la partie lumineuse va toujours en décroissant pour nous, à mesure que la Lune continue d'avancer dans son orbite, comme il est aisé de le comprendre par l'inspection seule de la *Figure* (4, 5, 6,) ; de sorte qu'au 22 on n'apperçoit plus qu'un quartier de la Lune, semblable à celui du 7, avec cette différence qu'il a sa convexité apparente vers l'Orient, d'où lui vient alors la lumiere du Soleil : c'est le *dernier quartier*.

Lorsque le croissant est encore fort étroit, on voit assez distinctement le reste du corps de la Lune ; ce qui produit ce phénomene, c'est la lumiere du Soleil réfléchie par la surface de la Terre ; car notre globe fait, à cet égard, pour cette Planete,

XVIII. LEÇON.

ce qu'elle fait pour nous ; comme nous avons clair de Lune, elle a clair de Terre, & avec des phaſes ſemblables à celles qu'elle nous préſente.

Retard de la Lune dans ſon mouvement diurne.

LE lever de la Lune ou plutôt ſon paſſage au méridien, retarde tous les jours d'une quantité de temps qui varie : en prenant le terme moyen, ce retard eſt de 48 minutes ; cela vient de la même cauſe dont j'ai fait mention précédemment, pag. 107. en obſervant que le Soleil fait ſa révolution diurne un peu plus lentement que le Ciel des étoiles fixes. Le retard de la Lune eſt beaucoup plus conſidérable, parce que la marche de cette Planete dans ſon orbite eſt bien plus rapide, que celle du Soleil dans l'écliptique.

Jour de la Lune, ou ſon mouvement de rotation ſur ſon axe.

J'AI remarqué dans la premiere Section, que la Lune nous montre toujours le même hémiſphere ; on s'en apperçoit par les taches qui paroiſſent toujours ſituées à peu-près de même ; il faut pour cet effet, qu'elle tourne ſur ſon axe préciſément dans le même eſpace de temps qu'elle emploie à faire ſa révolution autour de la Terre.

XVIII. LEÇON.

CEPENDANT les Astronomes appercoivent par un petit mouvement de ces mêmes taches, une sorte de balancement qu'ils appellent *libration*, & qu'ils attribuent, 1°. à ce que la Lune, comme les autres Planetes, va tantôt avec plus, tantôt avec moins de vîtesse dans son orbite, tandis que sa rotation sur son axe est uniforme ; 2°. à ce que le plan de son équateur est un peu incliné à celui de son orbite : de ces deux causes, il résulte, selon eux, que la Lune incline un peu tantôt l'un de ses Pôles, tantôt l'autre vers la Terre.

Mouvement de libration de la Lune.

PAR ce que je viens de dire de la marche & des phases de la Lune, on voit que dans l'espace d'un mois cette Planete se trouve une fois en conjonction, & une fois en opposition avec le Soleil ; ces deux positions ou passages, que les Astronomes appellent *Syzygies*, sembleroient devoir occasionner autant d'éclipses ; car la Lune étant un corps opaque, est bien capable de faire ombre sur la Terre en passant entr'elle & le Soleil, & de lui dérober pour un

La latitude de la Lune rend les éclipses plus rares.

temps la vue de cet aſtre. Et la Terre à ſon tour ſe trouvant entre les deux aſtres, au temps de leur oppoſition, pourroit bien par la même raiſon empêcher la lumiere de l'un de parvenir juſqu'à l'autre. Cependant les pleines Lunes ſe paſſent très-ſouvent ſans être éclipſées, ainſi que les nouvelles Lunes, ſans que le Soleil le ſoit. Et quand l'un ou l'autre de ces deux aſtres s'éclipſe, ce n'eſt pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du diſque.

XVIII. LEÇON.

Mouvement des nœuds de ſon orbite, contribue encore à rendre les éclipſes moins fréquentes.

CE qui fait qu'il n'y a pas toujours éclipſe aux nouvelles & aux pleines Lunes, c'eſt premierement que l'orbite de la Lune eſt inclinée, comme je l'ai déja dit, d'environ 5 degrés au plan de l'écliptique; & en ſecond lieu, que les nœuds de cette orbite ont un mouvement progreſſif qui les fait changer de place à chaque lunaiſon. Arrêtons-nous un moment à ce dernier phénomene.

Le Cycle lunaire ou le nombre d'or.

LE retour de la Lune au Soleil ſe faiſant après 29 jours $12^h.44'$, les 12 lunaiſons, au lieu de faire une année commune, ne font que 354 jours $\frac{1}{2}$, d'où il ſuit que ſi la Lune eſt nouvelle au

au commencement de l'année, elle ne le sera pas au commencement de l'année suivante ; elle sera alors âgée de onze jours. Au bout de trois ans, il y aura 37 lunaisons & environ trois jours de plus ; mais au bout de 19 ans, les nouvelles & pleines Lunes se retrouvent aux mêmes quantiemes, & presque aux mêmes heures, parce que 19 ans ou 228 de nos mois, répondent à un nombre exact de lunaisons, savoir à 235. Cette révolution de 19 ans est ce qu'on nomme *le Cycle lunaire* ou *le Nombre d'or*.

XVIII. LEÇON.

L'année de la naissance de Jésus-Christ étoit la 2e du Nombre d'or ; c'est pour cela que pour avoir le Nombre d'or qui répond à telle ou telle année de l'Ere chrétienne, il faut ajouter un à cette année, & diviser le tout par dix-neuf, ce qui reste est le nombre qu'on cherche. Ainsi pour l'année 1764, par exemple, il faut diviser la somme 1765 par 19, il reste 17 qui est le Nombre d'or pour l'année 1764.

Les Epactes.

Les lunaisons ne reviennent pas précisément à la même heure tous les 19 ans ; la différence monte à

XVIII. LEÇON.

un jour dans l'espace de 304 ans. C'est pourquoi l'on a imaginé depuis la découverte du Nombre d'or, d'autres nombres qu'on nomme *Epactes*, qu'on fait répondre au Nombre d'or, & qui servent à trouver l'âge de la Lune avec plus de précision. Les épactes expriment pour chaque année l'âge qu'avoit la Lune à la fin de l'année précédente. A la fin de l'année 1759, par exemple, la Lune étoit âgée de douze jours, c'est-à-dire, qu'il y avoit douze jours écoulés depuis la nouvelle Lune ; ces douze jours font ce qu'on appelle *Epacte* pour l'année 1760.

Suivant ce qui a été dit ci-dessus, on voit que l'épacte augmente de onze jours chaque année. Si l'on veut trouver les épactes pendant ce siecle, il faut diviser le Nombre d'or par 3, s'il reste 1 à la division, on ôte 1 du Nombre d'or pour avoir l'épacte : s'il reste 2, on ajoute 9 au Nombre d'or ; & s'il reste 3, on ajoute 19, & l'on a l'épacte. Si la somme excede 30 ; l'excès sera l'épacte. En 1745, par exemple, le Nombre d'or est 17, lequel nombre étant divisé par 3,

il reſte 2. C'eſt pourquoi au nombre d'or 17, j'ajoute 9 ; la ſomme 26 eſt l'épacte que je cherche. XVIII. LEÇON.

Par-là, il eſt aiſé de trouver l'âge de la Lune pour un jour ſuppoſé ; il n'y a qu'à ajouter enſemble ces trois choſes, l'épacte de l'année, le nombre des mois écoulés depuis Mars inclusivement, & le quantieme du mois ; la ſomme ſera l'âge de la Lune. Mais ſi cette ſomme ſurpaſſe 30, le ſurplus eſt l'âge de la Lune, ſi le mois a 31 jours ; mais s'il n'en a que 30, ce ſera le ſurplus au-delà de 29 qu'il faudra prendre. Suppoſons, par exemple, qu'on demande l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764, on additionnera enſemble 26 d'épacte, 2 pour le nombre des mois, & le quantieme qui eſt 25 ; la ſomme ſera 53, d'où l'on ôtera 29, parce qu'Avril n'a que 30 jours ; le reſte 24 eſt l'âge de la Lune pour le 25 Avril 1764.

Pour en revenir aux éclipſes, je dis que ces deux cauſes combinées, ſavoir l'inclinaiſon de l'orbite de la Lune, & le mouvement progreſſif des nœuds de cette orbite les rendent poſſibles, & en diminuent en même

XIX. LEÇON.

temps la fréquence ; car de ce que l'orbite eſt inclinée d'un certain nombre de degrés, il arrive très-ſouvent qu'aux temps de l'oppoſition & de la conjonction, la Lune a aſſez de latitude, ou, ce qui eſt la même choſe, eſt aſſez élevée au-deſſus, ou aſſez abaiſſée au deſſous du plan de l'écliptique, pour que la lumiere du Soleil parvienne ſans obſtacle juſqu'à elle dans le premier cas, & juſqu'à la Terre dans le ſecond. Mais parce que les nœuds, au lieu d'être fixes, parcourent ſucceſſivement les différents points de l'écliptique, il peut arriver, & il arrive en effet de temps en temps, qu'ils ſe rencontrent avec les Syzigies, c'eſt-à-dire, que la Lune ſe trouve ou dans le plan même ou fort près du plan de l'écliptique, lorſqu'elle entre en oppoſition ou en conjonction avec le Soleil : dans le premier cas, l'ombre de la Terre la couvre en tout ou en partie ; dans le ſecond, c'eſt elle qui nous cache le Soleil plus ou moins. Aidons-nous d'une figure.

Cauſes des éclipſes.

Eclipſes de Lune.

COMME le Soleil & la Terre ne ſortent point du plan de l'écliptique,

le centre de l'ombre de celle-ci y eſt auſſi : je repréſente ici cette ombre par des taches noires & circulaires, *A*, *B*, *C*, *I*, (*fig.* 29) que je fais couper diamétralement par une portion *EE* de la circonférence de l'écliptique. Soit préſentement *LL* une portion de l'orbite de la Lune, & l'un de ſes nœuds au point *N*.

Lorſque la Planete ayant beaucoup de latitude comme *F*, ſe trouve en oppoſition avec le Soleil, elle reçoit librement la lumiere de cet aſtre par-deſſus l'ombre de la Terre, ſi l'oppoſition arrive avant le nœud deſcendant, comme nous le ſuppoſons dans *la Figure ;* ou par-deſſous, ſi c'eſt avant le nœud montant. Si elle a moins de latitude comme *G*, une partie de ſon diſque eſt couvert par l'ombre de la Terre, & cette éclipſe n'eſt que *partiale*, parce que la Planete n'eſt éclipſée qu'en partie. Si elle a encore moins de latitude comme *H*, l'éclipſe devient preſque *totale*. Enfin ſi l'oppoſition arrive juſtement lorſque la Lune eſt dans le nœud de ſon orbite, l'éclipſe eſt non-ſeulement totale, mais *centrale*.

XIX. LEÇON.

La lune totalement éclipsée ne-ceſſe pas pour cela d'être viſible ; elle paroît ſous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commenceroit à s'éteindre. Cet effet vient des rayons ſolaires qui ſe réfractent dans l'atmoſphere terreſtre, & qui, ſe croiſſant après, vont illuminer foiblement l'aſtre qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiere eſt foible, parce qu'elle eſt en petite quantité ; & elle eſt rouge, parce qu'il n'y a gueres que les rayons propres à conduire cette couleur, qui aient la force de percer entierement l'épaiſſeur de notre atmoſphere en pareille circonſtance.

Eclipſe de Soleil.

PAR une figure à-peu-près ſemblable à la précédente, & en ſuppoſant le diſque ſolaire aux places des taches noires par leſquelles j'ai repréſenté l'ombre de la Terre, on peut comprendre aiſément comment la nouvelle Lune peut ſe paſſer ſans éclipſe de Soleil, comment elle peut l'occaſionner, & pourquoi celles qui ont lieu ne ſont pas toujours ni de la même grandeur, ni de la même forme. Car quand la Lune,

au temps de sa conjonction, a une latitude suffisante comme *F*, (*fig.* 30.) elle n'empêche pas que le Soleil qui est plus loin qu'elle, par rapport à nous, ne nous éclaire comme dans tout autre temps; parce que la lumiere de cet astre passe ou par-dessous ou par-dessus, suivant que la latitude de cette Planete est boréale ou australe. Quand elle en a moins, comme *G* ou *H*, elle nous couvre en passant une partie plus au moins grande du disque solaire; si la conjonction se fait à l'endroit même du nœud comme *I*, alors l'éclipse est centrale: mais elle n'est pas pour cela toujours totale; parce que si le disque apparent de la Lune n'est point assez grand pour couvrir entierement celui du Soleil, celui-ci déborde l'autre tout autour comme un anneau lumineux, ce qui fait qu'on appelle cette éclipse, *annulaire*, I N, (*fig.* 30).

XVIII. LEÇON.

Cet anneau est plus ou moins large, selon que les disques apparents du Soleil & de la Lune sont plus ou moins grands au temps de l'éclipse. Pour bien entendre ceci, il faut se souvenir que ces deux astres en par-

XVIII. LEÇON.

courant) leurs orbites, ſont tantôt plus loin, tantôt plus près de la Terre, ce que j'ai fait connoître ci-devant ſous les noms d'apogée & de périgée; or ſelon les loix de l'Optique, les objets nous paroiſſent plus grands quand ils ſont plus près de nous, & plus petits quand ils en ſont plus éloignés. Le diſque apparent d'un aſtre eſt donc plus petit dans l'apogée que dans le périgée; ſi lorſque l'éclipſe arrive, la Lune ſe trouve dans ſon apogée, ou qu'elle en approche, & qu'au contraire dans le même temps le Soleil ſoit au périgée ou à peu-près, le diſque de la Lune ſuffira moins que jamais, pour couvrir entierement celui du Soleil; & l'on doit comprendre qu'il le couvrira davantage, ou entierement quand les deux circonſtances que je viens de ſuppoſer ſeront moins complettes, que l'une des deux manquera, ou que même les circonſtances oppoſées auront lieu; c'eſt-à-dire, quand le Soleil étant dans ſon apogée, la Lune ſera dans ſon périgée: alors l'éclipſe de Soleil ſera non-ſeulement totale, mais encore *avec demeure.*

La

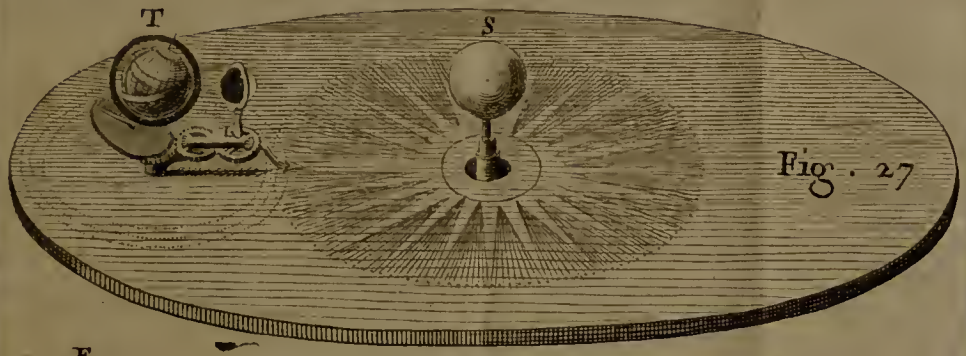


Fig. 27

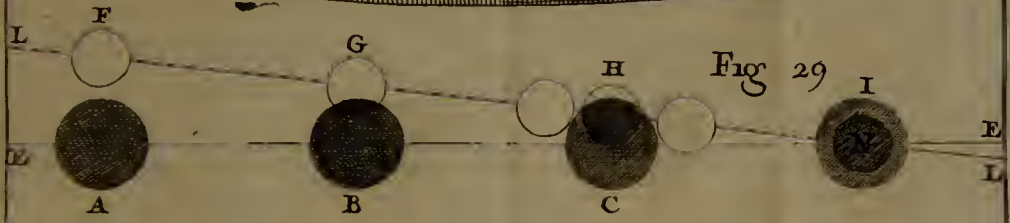


Fig 29

Fig. 30.

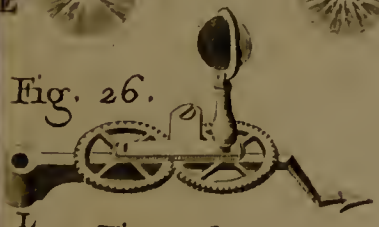


Fig. 26.

Fig. 28.

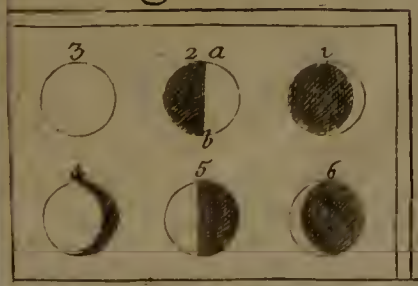
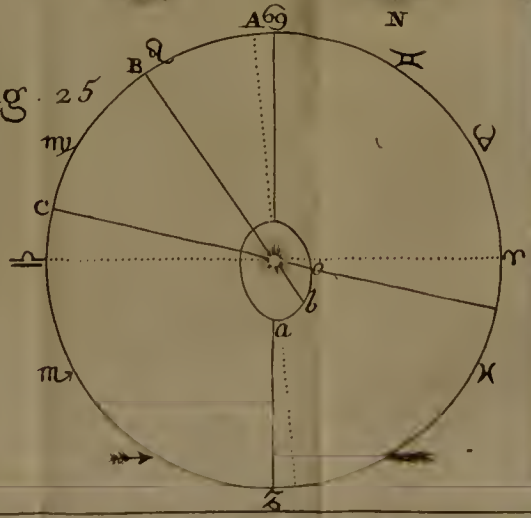


Fig. 25



Gobin del et Sculp.

La Lune passe devant le Soleil, parce qu'elle chemine plus vite dans son orbite, que lui dans l'écliptique ; mais comme l'un & l'autre mouvement sont dirigés d'Occident en Orient, c'est aussi dans ce sens que le premier de ces deux astres gagne le second de vitesse : c'est pourquoi l'on voit toujours le Soleil commencer à s'éclipser par son bord occidental. Et par la même raison dans l'éclipse de Lune, c'est toujours le bord oriental de cette Planete qui se plonge le premier dans l'ombre de la Terre ; car cette ombre, qui ne va point plus vite que le Soleil, doit être rencontrée par la Lune, suivant la direction du mouvement respectif de celle-ci, laquelle est, comme je viens de le dire, d'Occident en Orient.

XVIII. LEÇON.

Dans chaque éclipse de Soleil ou de Lune, il y a principalement trois choses à observer, sur lesquelles les Astronomes sont très-attentifs, & qui exigent de leur part certaines précautions assez délicates ; savoir, l'immersion, le milieu de l'éclipse, & l'émersion : l'immersion est l'en-

XVIII. LEÇON.

trée d'un astre dans l'ombre de celui qui doit l'éclipser ; il faut en saisir le commencement, & la fin qui se nomme *immersion totale* : l'émersion est la sortie hors de l'ombre ; on fait pareillement tout ce qu'on peut pour en observer exactemement le commencement, & la fin qui s'appelle l'*émersion totale*.

Pour mesurer la grandeur d'une éclipse, on suppose qu'on a divisé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts* la largeur de l'astre éclipsé, ou plutôt celui de ses diametres qui coupe l'ombre par son centre au moment même du milieu de l'éclipse ; puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, on dit telle éclipse a été de 3, de 4, de 6 doigts, &c.

Comme la Lune est de beaucoup plus petite que la Terre, son ombre forme aussi un cône bien moins gros, & si court que, quand cette Planete est dans ses moyennes distances seulement, la pointe n'atteint pas jusqu'à la surface de la Terre : de-là il arrive deux choses qu'il est bon de remarquer : 1°. qu'une éclipse de

Soleil, fût-elle centrale, n'eſt pas viſible pour toutes les parties de la Terre qui doivent être alors éclairées par cet aſtre, & que celles-là même qui l'apperçoivent, ne voient pas le Soleil éclipſé de la même quantité; au lieu qu'une éclipſe de Lune, par la raiſon contraire, s'apperçoit par-tout où cette Planete ſeroit viſible, ſi elle n'étoit point éclipſée. 2°. Que l'anneau lumineux qui entoure le diſque de la Lune, lorſqu'il couvre concentriquement le Soleil, ne dure que quelques minutes pour le même lieu, parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé de l'ombre lunaire, lequel chemine auſſi vîte que le mouvement de la Lune ſurpaſſe en vîteſſe celui du Soleil.

Réflexions ſur les cauſes des mouvements réels qu'on obſerve dans les Cieux.

J'AI expoſé dans les deux Sections précédentes, les phénomenes céleſtes les plus connus, ou qu'il importe le plus de connoître: je les ai déduits immédiatement des mouvements réels ou apparents que les obſervations nous garantiſſent. Je ſens bien que cette Leçon ſeroit plus

XVIII. LEÇON.

complette, si je pouvois développer ici, & faire connoître les premiers ressorts de ces mouvements, les causes physiques, par lesquelles tout le système planétaire s'entretient dans l'état où l'Auteur de la nature l'a mis en lui donnant l'existence; mais quelque parti que je prisse sur cela, je ne pourrois offrir à mes Lecteurs que des hypotheses ou défectueuses & presque abandonnées, ou plus heureuses à la vérité, mais qu'on ne peut, sans leur faire tort, renfermer dans les limites que ces Leçons élémentaires exigent.

Je me contenterai donc de rappeler ici une partie de ce que j'ai prouvé touchant les forces centrales dans la seconde Section de la Ve Leçon, en ajoutant un mot de ce que pensent la plupart des Mathématiciens sur la nature de ces forces considérées dans les mouvements des astres, afin seulement de faire entrevoir comment, à l'aide d'observations plus recherchées & plus exactes qu'elles ne l'avoient été dans les siecles passés, on est parvenu à expliquer les phénomenes célestes avec

plus de vraiſemblance, & plus complétement qu'on ne l'avoit pu faire auparavant.

On ſe ſouviendra donc, 1°. qu'un mobile quelconque, qui décrit une courbe rentrante ſur elle-même, annonce d'une maniere certaine que ſon mouvement eſt produit & entretenu par deux forces ou puiſſances, dont l'une le tire ou le pouſſe vers un endroit déterminé de l'eſpace circonſcrit par cette courbe, tandis que l'autre le ſollicite à s'éloigner de ce même endroit par la tangente de la courbe qu'il décrit.

2°. Que la nature de la courbe décrite par le mobile, dépend du rapport d'intenſité & de direction que gardent entr'elles ces deux forces, que nous avons nommées *centripete* & *centrifuge*.

De ſorte que ſi pendant la révolution entiere du mobile, chacune d'elles demeure conſtamment la même, la courbe dont il s'agit devient un cercle.

Si dans le cours de la révolution, les deux forces qui la produiſent, changent de rapports, mais d'une

XVIII. LEÇON.

maniere symmétrique ; c'est-à-dire ; par exemple, que dans le 1er & le 3e. quart, la force centrifuge augmente d'une certaine quantité, que dans le 2e & le 4e elle diminue d'autant, il en résultera une courbe symmétrique, & toujours rentrante.

Si au contraire les décroissements ou les augmentations de l'une des deux forces se font irrégulierement, la courbe décrite se ressentira de cette irrégularité, quoiqu'elle rentre sur elle-même par le retour des deux forces à leur premier rapport.

Ces principes étant posés, quand nous voyons une Planete principale, comme Jupiter ou Saturne, tourner autour du Soleil ; quand nous observons pareillement que les Planetes du second ordre, comme la Lune, font des révolutions périodiques autour de leurs Planetes primitives, nous pouvons conclure en toute sûreté, que tous ces astres sont animés par deux forces ; que l'une les pousse ou les tire vers l'astre autour duquel ils circulent, tandis que l'autre tend à les en éloigner par la tangente de la courbe qu'ils suivent en circulant ainsi.

Et comme les obſervations nous apprennent que les orbites des Planetes, tant du premier que du ſecond ordre, ne ſont point des cercles, mais des ellipſes, il faut croire que dans le cours de chaque révolution, les deux forces qui produiſent cette courbe, changent pluſieurs fois de rapport, & d'une maniere à peu-près ſymmétrique, reprenant à la fin de la révolution la même qu'elles avoient en la commençant.

Mais d'où viennent originairement ces deux forces, & de quelle nature ſont-elles, pour faire ſubſiſter tous ces mouvements ſans altération ſenſible pendant un ſi grand nombre de ſiecles ? Voilà ce qui intrigue depuis long-temps les Philoſophes, & ſur quoi leur imagination s'eſt exercée avec plus d'efforts que de ſuccès. Leurs méditations ſur ce ſujet n'ont encore produit que des hypotheſes pour ou contre leſquelles on diſpute éternellement, qu'on admet ou qu'on rejette, ſuivant qu'on eſt bien ou mal prévenu à leur égard, ou plutôt à l'égard des Auteurs ou des Nations qui les défen-

XVIII. LEÇON.

dent. Car dans ce monde l'esprit de parti se mêle de tout, & s'enflamme sur toutes sortes d'objets.

Je ne sais si je me trompe ; mais il me semble que Newton s'y est pris d'une maniere bien sage & bien raisonnable : au lieu de s'amuser à chercher & à deviner les causes premieres, pour en déduire ensuite les phénomenes comme des conséquences, il a commencé, au contraire, par bien examiner ce qui se passoit sous ses yeux & autour de lui ; il en a étudié les causes immédiates ; il en a fait l'application à des effets plus éloignés, & en remontant ainsi du petit au grand, du plus connu à ce qui l'étoit moins, il est parvenu à expliquer d'une maniere très-heureuse, les plus grands mouvements de la nature ; & ce qui inspire une grande confiance pour la route qu'il a suivie, c'est qu'en marchant sur ses pas, en suivant sa méthode, on ramene tous les jours à ses principes des phénomenes de détail qui sembloient s'en écarter, des especes d'exceptions qu'il avoit laissées en arriere, ou dont on n'a-

voit pas encore connoiſſance de ſon temps.

XVIII. LEÇON.

PluſieursPhiloſophes, avant Newton, avoient ſoupçonné dans les corps une tendance mutuelle des uns vers les autres ; parce qu'en effet il y a bien des cas où nous les voyons s'approcher & ſe joindre, ſans que nous appercevions (au moins clairement) une cauſe externe à qui l'on puiſſe attribuer cet effet. Si cette tendance étoit une vertu innée dans la matiere, elle devroit être, dit-on, proportionnée à la maſſe des corps ; & il ſeroit naturel de penſer, qu'à différentes diſtances, elle devroit agir plus ou moins fortement, & ſuivre en cela une certaine loi.

Newton, adoptant cette idée, & regardant la propenſion que les corps ont à ſe joindre comme un phénomene général, ſans ſe mettre aucunement en peine de décider s'il a lieu par une force intrinſeque & innée dans la matiere, ou s'il eſt produit par une cauſe mécanique & externe, qui échappe à nos ſens & à nos recherches ; Newton, dis-je,

XVIII. LEÇON. partant de ce point, ſuppoſa que les corps peſent les uns vers les autres, & s'attirent mutellement en raiſon directe des maſſes, & en raiſon inverſe du quarré de la diſtance: il fit d'ailleurs abſtraction de tout milieu réſiſtant, & conſidéra les Cieux, ſinon comme un eſpace vuide, au moins comme rempli d'un fluide incapable d'altérer, par ſa réſiſtance, les mouvements des corps céleſtes.

Dans cette hypotheſe, il examina avec une ſagacité digne de ſon vaſte génie, & par des calculs auſſi exacts que pénibles, ce qui devroit arriver à des portions de matieres qui ſe trouveroient dans les circonſtances ſemblables à celles où les obſervations nous apprennent que ſont les Planetes, tant du premier que du ſecond ordre; les réſultats de ſes opérations lui apprirent que ces portions de matieres ſuppoſées, devroient faire tout ce qu'on voit faire, à peu de différence près, aux corps qui compoſent notre ſyſtême planétaire. C'eſt ce que peuvent voir en détail ceux qui ſont en état d'enten-

dre ſon livre *des Principes de la Philoſophie Naturelle*, ſoit en étudiant l'original, ſoit en liſant les traductions qu'on en a faites, & en s'aidant des Commentaires qu'on y a joints (*a*). Les perſonnes qui ne ſeront point aſſez initiées en Mathématiques, pour entreprendre une pareille lecture, pourront y ſubſtituer celle *des Eléments de Phyſique de M. Graveſende*, Tome II, Livre VI, IIe. Partie, ou *les Traités Elémentaires d'Aſtronomie* que j'ai recommandés au commencement de cette Leçon.

Ce que Newton n'a pris que comme une hypotheſe, lui a ſi bien réuſſi, que bien des gens aujourd'hui regardent l'attraction comme une cauſe premiere, & innée dans la matiere, comme une vertu qui ne dépend d'aucun méchaniſme, mais ſeulement de la volonté toute libre & toute-puiſſante du Créateur, qui a pu, diſent-ils, pourvoir à la durée

(*a*) Voyez la traduction & les Notes des RR. PP. Jaquier & le Seur, Minimes, imprimée à Geneve en 1739; & celle de Madame la Marquiſe du Châtelet, imprimée à Paris en 1759.

XVIII. LEÇON.

des mouvements dont il a originairement animé l'univers, par deux moyens auſſi-bien que par un ſeul, par l'attraction réciproque des corps, & par l'impulſion que nous leur voyons exercer les uns ſur les autres.

Cette opinion a de la vraiſemblance, & il ne faut pas s'étonner qu'elle entraîne à elle un grand nombre de Mathématiciens occupés des mouvemens céleſtes, & qui ont pour objets de leurs recherches les plus grands phénomenes de la nature. Mais il faut convenir que la Phyſique de nos jours, qui ſe glorifie d'être purgée à jamais de ces qualités occultes qui l'avoient rendue ſi ridicule, ne doit point voir, ſans peine, qu'on faſſe rentrer dans la matiere une vertu abſtraite, un être inconnu, & même inintelligible, & qui ne tient en rien au méchaniſme. Il n'eſt pas moins dur pour les Phyſiciens de réconnoître dans les Cieux une matiere ſans réſiſtance, ou comme telle; c'eſt preſque dire une matiere qui n'eſt point matiere: d'ailleurs l'attraction, proprement dite, n'eſt pas auſſi heureuſe ſur la Terre

qu'elle paroît l'être dans le Ciel ; je veux dire qu'elle cadre moins bien avec les effets naturels que nous avons ſous les yeux, qu'avec ceux que nous ne voyons que de loin, & dont nous ne ſaurions appercevoir toutes les nuances. Tous les jours on découvre dans la Phyſique expérimentale, que ce qu'on vouloit attribuer à ce principe, s'explique auſſi-bien, & ſouvent même encore mieux, par l'impulſion ; ou, s'il eſt quelque cas où elle n'aille pas auſſi-bien en apparence, il faut, pour y ajuſter l'attraction, lui attribuer d'autres loix que celles ſuivant leſquelles on la fait agir, pour rendre raiſon de ce qu'on obſerve dans les Cieux (*a*).

XVIII. LEÇON.

Auſſi ne faut-il pas croire que tous ceux qui comptent ſur la tendance que les corps céleſtes ont les uns vers les autres, & qui expriment ce fait par le mot d'*attraction*, ad-

(*a*) Voyez ce que j'ai dit de l'attraction proprement dite, dans l'Appendice qui eſt à la fin de la VIIIe Leçon, Tome II, au ſujet des Tuyaux Capillaires, & des cauſes de la dureté & de la fluidité des corps.

XVIII. LEÇON.

mettent pour cela cet être métaphysique dont il est ici question; c'est une expression commode pour tout Astronome, pour tout Mathématicien qui traite du mouvement des astres, mais qui ne tire point à conséquence ni pour ni contre l'idée qu'il a du principe.

J'ai regret de terminer cette Leçon sans parler du flux & du reflux de la mer: ce phénomene qui dépend visiblement de l'action de la Lune & du Soleil sur le globe terrestre, se présente naturellement à la suite de ce que je viens d'exposer touchant ces trois corps, & il est assez curieux & assez important pour intéresser nos Lecteurs; mais c'est par cette raison même que je me trouve comme forcé de le renvoyer à une autre occasion. Il y a trop à dire, tant sur ce grand effet, que sur ses causes; & pour se mettre passablement au fait, il est si nécessaire d'en bien saisir toutes les circonstances, qu'il vaut mieux, à mon avis, n'en rien dire que de n'en point dire assez: l'abondance des matieres que j'ai à faire entrer dans ce volume, ne me permet pas de traiter ce sujet avec l'étendue qu'il exige; mon dessein est

d'y revenir ainſi qu'à pluſieurs autres queſtions que j'ai omiſes, ou un peu trop reſſerrées dans le cours de cet Ouvrage ; ce ſera de quoi former le ſupplément que j'ai promis dans ma Préface, & que je regarde comme un engagement contracté, dont je déſire fort de pouvoir m'acquitter.

On pourra lire ſur le flux & reflux de la mer, les quatre pieces qui ont remporté le prix propoſé par l'Académie Royale des Sciences en 1740. Les phénomenes y ſont expoſés avec beaucoup d'ordre & d'exactitude ; & quant aux cauſes, quoique les Auteurs ne les faſſent point dériver des mêmes principes, on y verra avec plaiſir que chacun d'eux fait valoir en habile homme celui qu'il a adopté ou imaginé.

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

XIX. LEÇON.

AVANT que l'ont sût de quelle utilité pouvoit être l'aimant, on le regardoit déja comme une merveille qui méritoit une attention toute particuliere : & en effet, eût-il été poſſible de voir ſans intérêt & ſans admiration deux matieres (l'aimant & le fer) à l'excluſion de toute autre, s'affectionner, pour ainſi dire, au point de ſe chercher, de ſe joindre, & de s'attacher enſemble avec une force qui égale quelquefois l'effort d'un poids de 60 ou 80 livres. C'eſt une eſpece de prodige non-ſeulement aux yeux du vulgaire qui ne ſoupçonne rien au-delà de ce qu'il voit ; mais le Phyſicien même qui cherche & qui croit trouver la cauſe ſecrete de ce phénomene dans l'action d'un fluide inviſible, qui pouſſe ces deux corps l'un vers l'autre,

XIX. LEÇON.

l'autre, est toujours fort embarrassé de dire pourquoi dans toute la nature il n'y a que deux êtres soumis à cette impulsion, & comment, avec un contact d'une si petite largeur, la pression du fluide prétendu peut devenir si grande. La curiosité seule auroit fait de cette double question un sujet digne de recherches ; l'intérêt s'y est joint lorsque l'on a découvert la direction de l'aimant, & que l'on a apperçu l'avantage qu'on en pouvoit tirer, pour la navigation principalement. Quels efforts n'a point faits depuis l'esprit humain, pour augmenter & perfectionner ses connoissances à cet égard ! les plus habiles Physiciens du siecle précédent & de celui-ci, ont presque tous donné une partie de leur temps à cette étude. Que d'expériences & d'observations pour découvrir les loix de la vertu magnétique ! que d'hypotheses pour en expliquer les causes !

Si je voulois rapporter ici tout ce qui a été fait & dit sur cette matiere, je passerois de beaucoup les bornes que je me suis prescrites dans

XIX. LEÇON.

cet Ouvrage, & ce que j'en rapporterois ne ſeroit peut-être pas ce qu'on y trouveroit de plus utile : de tout ce que l'on a pu ſavoir juſqu'ici de l'aimant, je n'expoſerai donc que ce qui me paroîtra le plus intéreſſant & le plus propre à faire connoître ſes principales propriétés ; je me ſervirai de la connoiſſance même des effets, pour remonter autant qu'il ſera poſſible, à celle de leurs cauſes.

L'origine, la nature, & les qualités ſenſibles de l'Aimant.

L'AIMANT eſt une pierre qui ſe trouve communément dans les mines de fer ou de cuivre, ou dans leur voiſinage ; celui qu'on eſtime le plus vient des Indes ; on en apporte auſſi d'aſſez bons d'Italie, d'Allemagne, de Suede & d'Eſpagne : les Droguiſtes à Paris en tiennent dans leurs magaſins des tonneaux pleins qu'ils font venir d'Auvergne, & dont on fait uſage pour certains remedes extérieurs. Dans la grande quantité, j'en ai quelquefois trouvé des morceaux qui méritoient d'être armés ; mais cela eſt rare, & la vertu de ces aimants eſt toujours médiocre.

M. de Réaumur regardoit le fer

comme un aimant imparfait, & d'autres conſiderent l'aimant comme un fer mêlé de parties terreſtres, & des autres principes qu'on y reconnoît, en l'examinant ſelon les regles de la Chymie. Ce qu'il y a de certain, c'eſt qu'on a vu la rouille de fer, mêlée avec des parties graſſes & de la pierre commune, former par ſucceſſion de temps un compoſé tout-à-fait ſemblable à l'aimant naturel (*a*). Quoi qu'il en ſoit, ce minéral a les caracteres diſtinctifs des pierres; il ſe calcine au feu, il ſe pulvériſe ſous le marteau: il n'a pas ceux des métaux, il n'eſt ni ſenſible, ni malléable.

Cette pierre eſt ordinairement dure & brune: cependant j'en ai vu des morceaux qui étoient d'un blanc griſâtre; & d'autres qui étoient tellement tendres, qu'on pouvoit les entamer avec l'ongle; la couleur & la dureté ne tirent point abſolument à conſéquence; car les morceaux dont je viens de parler étoient paſſablement forts. L'aimant ne peſe

(*a*) Hiſtoire de l'Acad. des Sciences 1731, page 20.

XIX. LEÇON.

point tout-à-fait autant que le fer (*a*) ; mais il pese plus que les pierres dont la durée égale à-peu-près la sienne, comme le marbre le caillou, &c.

Propriétés de l'Aimant ; comment on découvre s'il a des pôles.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point cette vertu & ces propriétés dont nous avons à parler dans cette Leçon. Pour s'en assurer, il faut les plonger dans de la limaille de fer (ou d'acier, car l'un & l'autre doivent être regardés ici comme ne faisant qu'un seul & même métal) ; & si la pierre retient cette limaille, qu'elle en paroisse hérissée, & qu'à deux endroits opposés, qu'on doit nommer *les Pôles*, ces petites barbes de fer s'élevent presque perpendiculairement à la surface, comme on peut voir en *A* & en *B*, (*fig.* 1.) alors on peut compter que cet aimant aura les propriétés dont nous allons parler en détail.

(*a*) D'autres que moi prétendent que l'aimant pese spécifiquement autant ou plus que le fer, & ils peuvent avoir raison ; la différence de nos opinions vient apparemment de ce que l'aimant étant une matiere fort mêlée de parties hétérogenes, sa pesanteur spécifique varie suivant les individus.

PREMIERE PROPRIETÉ DE L'AIMANT.

XIX. LEÇON.

L'Attraction.

L'Aimant attire le fer ; c'eſt-à-dire, que ces deux matieres ſe portent l'une vers l'autre, ou tendent à ſe joindre, & que lorſqu'elles ſe touchent, on ne peut les ſéparer ſans effort.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut eſſuyer la pierre qui eſt repréſentée par *la Figure* 1re, & tenir un de ces pôles à la diſtance d'un demi-pouce ou environ d'un carton ſur lequel on aura répandu de la limaille de fer.

EFFETS.

On voit la limaille s'élancer vers la pierre, & former à ſa partie inférieure une eſpece de barbe, comme on le peut voir par la *Figure* 2. *Pag. 175*

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

La *Figure* 3 repréſente une cuvette pleine d'eau, ſur laquelle on fait flotter un petit Cygne d'émail

LEÇON. XIX.

qui est creux, & qui tient dans son bec un bout de fil de fer plié en plusieurs sens comme une petite anguille.

EFFETS.

LORSQU'ON présente l'aimant par l'un de ses pôles, près de la tête du Cygne, la petite anguille de fer qu'il tient en son bec est attirée, & toute la figure obéit à cette attraction; elle fait autant de chemin que l'on veut, si l'on a soin d'éloigner la pierre à mesure que le Cygne approche; & si le fer & l'aimant se joignent, on est obligé de se servir des deux mains pour les séparer.

OBSERVATIONS.

QUOIQU'UNE pierre d'aimant qui a des pôles, attire toujours le fer sans aucune préparation, il s'en faut bien qu'elle ait autant de force étant nue, que quand elle est *armée*, c'est-à dire, quand chacun de ses pôles est revêtu d'une lame de fer, terminée par une petite masse qui excede de quelques lignes la surface inférieure de la pierre, comme *N*, *S*,

Armure; de quel métal il convient de la faire.

XIX. LEÇON.

fig. 4.) La différence eſt ſi grande, que l'aimant qui eſt repréſenté ici, & que je garde depuis 15 ans, peut à peine ſoutenir une demi-livre de fer lorſqu'il eſt nu ; & avec ſon armure, il porte facilement un poids de 27 livres & demie.

Ce qu'il y a de ſingulier encore, c'eſt que la pierre n'agit point immédiatement ; c'eſt aux maſſes de fer *S*, *N*, qu'il faut que le contact ſe faſſe ; c'eſt pourquoi l'on fait un portant de fer *C*, auquel on accroche le poids que l'aimant eſt en état de porter.

Comme l'acier n'eſt autre choſe que du fer préparé par le mélange de quelques matieres étrangeres qu'on y incorpore, & que, par conſéquent, il eſt moins fer qu'il n'étoit avant cette préparation, on s'étoit perſuadé qu'il en étoit moins propre à faire les armures de l'aimant, & le portant qui communique de l'une à l'autre : des Expériences de M. Dufay (*a*) ont montré qu'il faut les faire en effet avec du

(*a*) Voyez les Mém. de l'Acad. des Sciences de 1730, pag. 155 & ſuiv.

XIX. LEÇON.

fer doux ; mais en retenant cette pratique, qui eſt bonne, il faut renoncer, je penſe, au raiſonnement qui l'a ſuggérée ; car nous verrons par la ſuite, que l'acier trempé très-dur, s'aimante mieux que le fer doux : ce n'eſt pas pour la premiere fois qu'un mauvais raiſonnement a donné occaſion à une bonne découverte.

Différents degrés de force dans les aimants.

TOUTES les pierres d'aimant n'ont point une égale force ; & il n'y a gueres que l'épreuve même qu'on en fait, qui puiſſe montrer ce que chaque aimant peut faire ; car la groſſeur, la couleur, le degré de dureté, &c. ſont des ſignes extrêmement équivoques : en général, on peut dire que les petites pierres ont plus de force à proportion que les grandes ; on trouvera bien plus fréquemment un aimant qui peſant deux onces, en ſoutienne 20, qu'un autre de deux livres qui porte dix fois ſon poids : cette différence paroît être fondée ſur ce que la force de l'aimant tient principalement à ſes pôles ; dans une groſſe pierre ils ſont trop étendus, la vertu qui en

en émane n'eſt point ſi concentrée.

XIX. LEÇON.

On remarque auſſi que la figure & les dimenſions y entrent pour quelque choſe ; quand les pôles ſont fort diſtants l'un de l'autre, c'eſt la diſpoſition la plus avantageuſe qu'ils puiſſent avoir. Il ne faut pas douter auſſi que la puiſſance d'un aimant ne dépende beaucoup de la façon dont il eſt armé : Joblot & Buterfield ſe ſont diſtingués dans ce genre au commencement de ce ſiecle, parce qu'ils ont joint beaucoup d'intelligence à une longue pratique. Aujourd'hui le ſieur Pierre le Maire les remplace aſſez bien ; & l'on eſt heureux de trouver dans l'occaſion un Ouvrier qui entende ce qu'il fait.

Le fer ſeul attirable par l'Aimant.

L'OPINION commune eſt que l'aimant n'attire que du fer ; cependant M. Geofroy le Médecin trouva que les cendres de pluſieurs végétaux obéiſſoient auſſi à la vertu magnétique ; & feu M. Muſchenbroek, après un grand nombre d'expériences, a donné une liſte aſſez étendue des matieres qu'il a trouvées ſuſceptibles de cette attraction, ſoit en les éprouvant dans leur état naturel, ſoit en les faiſant

XIX. LEÇON.

rougir au feu avec une matiere graſſe, végétale ou animale; mais bien loin d'en conclure que l'aimant attire autre choſe que du fer, il a penſé comme M. Lémery, & comme tout le monde penſe aujourd'hui, que tout ce qui ſympathiſe avec la vertu magnétique eſt du fer caché ou développé. Nous avons déja dit ailleurs que ce métal, par le grand uſage que l'on en fait, ſe trouve répandu par-tout; & c'eſt un fait connu de tous les Chymiſtes, que les métaux ſe revivifient de leurs propres cendres, quand on y ajoute quelque matiere graſſe. On ne doit donc pas être ſurpris que pluſieurs ſortes de terres ainſi préparées, que l'émeril & certains ſables ſans aucune préparation, s'attachent à l'aimant, puiſqu'il y a de fortes raiſons pour croire que toutes ces matieres contiennent du fer; & peut-on en douter, lorſqu'en y mêlant une infuſion de noix de galles, on les rend noires?

Il ne faut pourtant pas croire que tout ce qu'on a trouvé attaché à l'aimant dans ces ſortes d'épreuves, ſoit du fer: il ſuffit, pour cet effet, que

chaque petite masse contienne quelque parcelle de ce métal : la vertu de l'aimant étant beaucoup plus forte qu'il ne faut pour vaincre le poids de la partie métallique sur laquelle seule elle agit, l'emporte avec tout ce qu'elle a d'étranger ; comme l'aimant de la *figure* 4 soutient un poids de 27 livres, qui peut être de pierre ou de toute autre matiere, parce que ce poids est accroché au portant *C* qui est de fer.

XIX. LEÇON.

L'aimant réduit en poudre n'a plus de pôles, & par conséquent n'est plus en état d'attirer le fer : lorsqu'on l'emploie dans les emplâtres, on ne doit donc le regarder que comme un astringent ou un détersif ; ce seroit une puérilité de croire qu'un pareil topique eût quelque vertu particuliere pour guérir une plaie qui viendroit d'un coup de fer, ou pour attirer en dehors quelque morceau de ce métal qui seroit enfoncé dans les chairs.

On ne voit pas non plus ce qui peut faire regarder l'aimant, même lorsqu'il est armé, comme un préservatif contre l'apoplexie, ou contre les affections vaporeuses. Et pour

XIX. LEÇON.

le dire en passant, rien n'est plus dangereux que ces fausses idées en matiere de remedes : car si l'on est assez crédule pour y mettre sa confiance, on se dispense trop légérement des précautions qui seroient plus raisonnables & plus efficaces ; & plus elles sont nécessaires, plus on risque en leur substituant ainsi ce qui ne peut les remplacer.

Avantages qu'on peut tirer de cette propriété de l'Aimant.

COMME la vertu magnétique n'a de prise que sur le fer, on peut quelquefois tirer parti de cette propriété pour séparer des matieres précieuses qui se trouveroient mêlées avec du fer ; si l'on avoit, par exemple, limé du fer & de l'or ensemble, on pourroit par ce moyen séparer ces deux métaux. Il seroit à souhaiter que les Fondeurs eussent cette attention lorsqu'ils ont acheté du cuivre en limailles ; les ouvrages fondus en seroient plus épurés ; on ne rencontreroit pas dans la fonte, en la travaillant, des grains de fer ou d'acier qui gâtent les outils, & qui ne permettent pas qu'on puisse finir certaines pieces, dont la matiere doit être absolument d'une dureté uniforme.

XIX. LEÇON.

N'eſt-ce point à de pareils défauts qu'on doit attribuer une partie des accidents qu'on voit arriver aux moulins à poudre ? Les pilons ont beau être armés de cuivre, on a beau faire de ce même métal les outils avec leſquels on grate, ou l'on choque ces armures pour en détacher la compoſition ; s'il s'y trouve des grains d'acier, il n'en faut pas davantage avec quelque gravier, pour produire une étincelle qui mette le feu à toute la fabrique.

Montagnes d'aimant, ce qu'on en doit penſer.

Je n'oſerois combattre ici d'une maniere ſérieuſe l'idée romaneſque de ces montagnes d'aimant qui détournent les vaiſſeaux de leur route, & qui les font aborder malgré eux ; on ſait aſſez que ces êtres d'imagination n'ont aucune place dans l'Hiſtoire naturelle, & que leurs prétendus effets n'en méritent pas davantage en Phyſique. J'ai vu l'Iſle d'Elbe qui a peut-être donné lieu à ces ſortes de contes, parce qu'en effet elle contient beaucoup d'aimant ; mais j'en ai examiné plus de ſix quintaux ſans en trouver un morceau qui valût la peine d'être taillé

XVIII. LEÇON.

& armé ; & dans tout l'Etat de Florence à qui appartient cette Isle, je n'ai vu personne qui pensât qu'elle fût capable d'agir sur la ferrure des vaisseaux qui se trouvent ou qui passent dans son voisinage.

SECONDE PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

La répulsion. *Un Aimant attire & repousse un autre Aimant, suivant la maniere dont ils se présentent l'un à l'autre.*

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SM, (*fig* 5. pag. 174) sont les deux pôles d'un aimant de médiocre grosseur, qui flotte sur l'eau par le moyen d'une petite gondole de cuivre très-mince, & fort légere, dans laquelle il est posé ; *m s* est un autre aimant pareil au premier, que l'on tient dans la main par son équateur ; il faut que la vertu magnétique soit un peu forte dans ces deux pierres, ou au moins dans l'une des deux.

EFFETS.

LORSQUE le pôle *m* se présente au pôle *S* de l'aimant qui flotte, ou réci-

proquement le pôle *M.* de celui-ci au pôle *s* de l'autre, les deux pierres tendent à s'approcher & à se joindre.

Mais elles se repoussent visiblement, lorsqu'on met les pôles de même nom, c'est-à-dire, *M* & *m*, *S* & *s*, vis-à-vis l'un de l'autre.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SUR le bout d'une aiguille de bois de 15 pouces de longueur ou environ, portée sur un pivot, mettez en équilibre avec quelque petit poids un morceau d'aimant brut dont vous ayez reconnu les pôles. Prenez à la main un pareil morceau d'aimant, & faites les mêmes épreuves que dans l'expérience précédente.

EFFETS.

Vous aurez les mêmes résultats.

OBSERVATIONS.

QUAND on fait ces expériences avec des aimants qui ont beaucoup de vertu, il ne faut point approcher de fort près les pôles de même nom

XIX. LEÇON.

l'un de l'autre ; car alors comme il eſt rare qu'ils ſoient tous deux d'égale force, il arrive aſſez ſouvent que le plus foible ſe laiſſe entraîner par le plus fort; au lieu d'une répulſion qu'on devroit avoir, il y a attraction.

Je ferai voir bientôt que le fer aimanté à toutes les propriétés de l'aimant; une lame de ce métal qui a été touchée, a donc deux pôles comme la pierre même ; ainſi les expériences que je viens de rapporter ſe font pareillement avec deux aiguilles aimantées, ou bien avec une aiguille & un aimant.

La vertu magnétique agit à travers toutes ſortes de matieres.

DE quelque maniere que la nature opere cette attraction & cette répulſion, on peut dire qu'aucun obſtacle que l'on connoiſſe, (ſi l'on en excepte une trop grande diſtance) n'y met empêchement ; car ces effets n'en arrivent pas moins, quoique l'on interpoſe entre le fer & l'aimant toutes ſortes de matieres, tant ſolides que fluides, du carton, du bois, du verre, de l'eau, de la flamme, &c.

Si l'on promene une pierre armée ſous un carton ou ſous un carreau

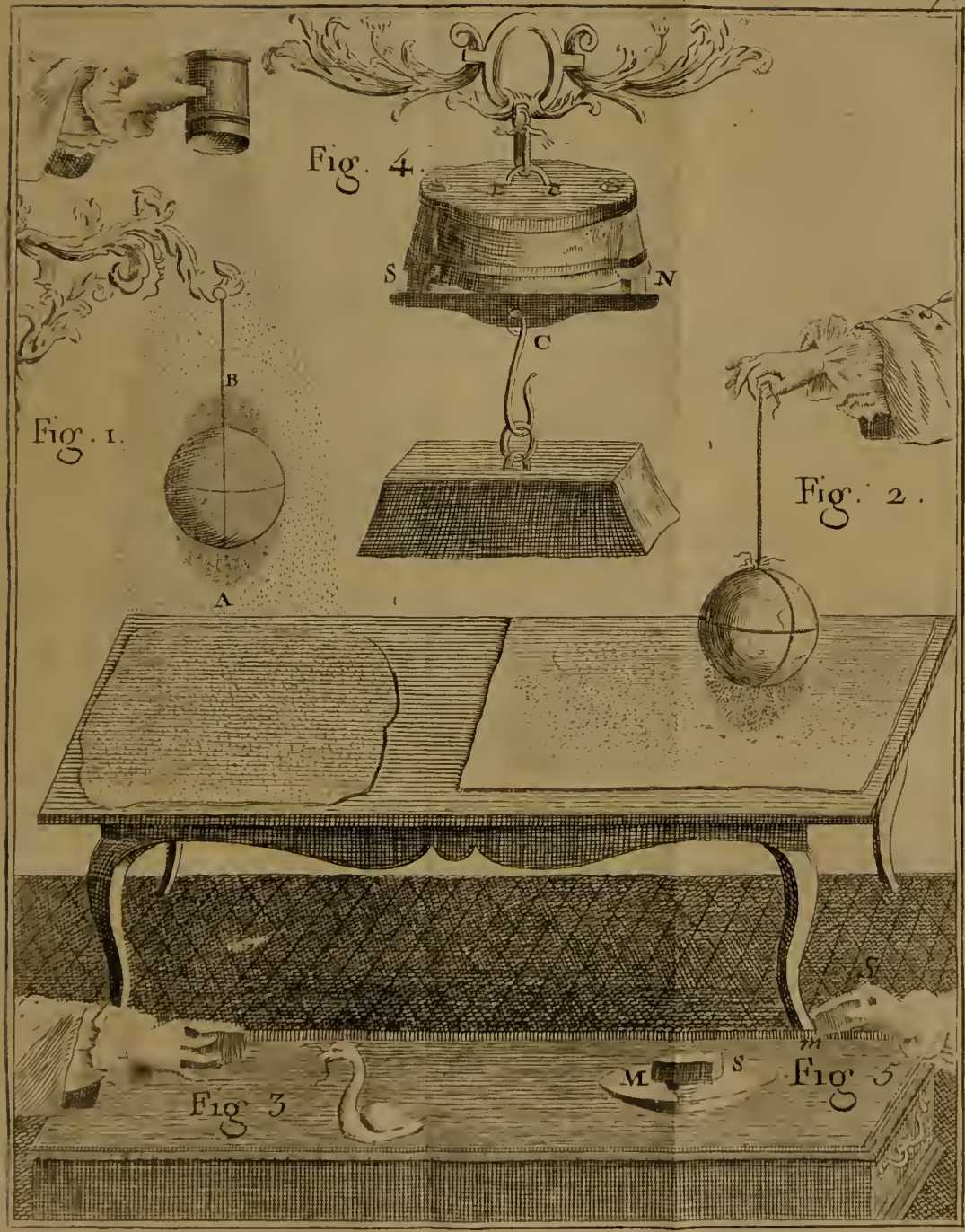


Fig. 4.
S
N
C
B
Fig. 1.
A
Fig. 2.
S
m
M
s
Fig 3
Fig 5

le verre, couvert de limaille de fer, ous ces petits fragments ſe dreſſent & ſe hériſſent aux endroits qui répondent ſucceſſivement aux pôles de 'aimant, & font voir d'une maniere ſenſible & curieuſe la route qu'on lui fait tenir ; voyez la *Figure 6* qui repréſente un aimant, dont les deux pôles *N S* tournent horizontalement ſous un carton mince couvert de limaille de fer. La pierre pour recevoir ce mouvement, eſt montée ſur une tige de métal qu'on fait tourner avec une manivelle *M*, deux poulies *P*, *P*, & une corde ſans fin.

Si l'on met une petite lame de fer en équilibre ſur un pivot, au fond d'un vaſe de verre, & qu'on l'emplifſe d'eau ou de toute autre liqueur, l'aimant ou le fer aimanté qu'on promene autour du verre, exerce ſon action ſur la petite lame, nonobſtant l'interpoſition du verre & de l'eau, &c. (*fig.* 7).

Enfin ſi cette lame de fer mobile eſt entourée d'une petite auge pleine d'eſprit-de-vin, & qu'on y mette le feu, la flamme qui s'éleve de toutes parts n'empêche pas que

l'aimant ne faſſe encore tourner le fer. (*fig.* 8).

XIX. LEÇON.

Applications curieuſes de cette propriété de l'Aimant.

CETTE propriété du magnétiſme d'agir ainſi à travers les corps ſolides & opaques, comme à travers les matieres fluides & tranſparentes, en impoſe ſouvent aux yeux, lorſqu'elle eſt employée avec adreſſe; j'ai vu des horloges de chambre qui n'avoient point d'autre aiguille pour marquer les heures, qu'une petite mouche d'acier poli & devenu bleu, qui gliſſoit ſur une feuille de laiton fort mince & fort unie, qui faiſoit le fond du cadran, ſans que l'on vît ce qui la faiſoit mouvoir ainſi. Elle ſuivoit un aimant qui tournoit derriere, & dont elle n'étoit ſéparée que par la feuille même de cuivre poli, ſur laquelle on la voyoit gliſſer vis-à-vis des heures. On peut juger, par ce petit artifice, de tous ceux qu'on peut imaginer dans ce genre.

TROISIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

XIX. LEÇON.

L'Aimant communique ses propriétés au fer, de sorte qu'une lame de ce métal étant aimantée, peut être considérée comme un véritable Aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences.

La communication de la vertu magnétique.

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut avoir plusieurs lames de fer, dont chacune ait environ une ligne & demie d'épaisseur, un pied ou 15 pouces de longueur, & 5 à 6 lignes de largeur : des bouts de fleurets sont très-bons pour cet usage, & j'ai même remarqué que cette espece d'acier, que les ouvriers appellent *étoffe*, réussit mieux que le fer pur. On touche toutes ces lames l'une après l'autre à un fort aimant bien armé, observant de faire glisser chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même sens sur la masse *N* de l'armure, (*fig* 9.) On réunit ensuite toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités que l'aimant a touchées les

XIX. LEÇON.

dernieres ; & l'on ſerre cet aſſemblage avec des ligatures de cuivre, garnies de vis ou autrement (voyez la *fig.* 10). Mais une attention qu'il faut avoir, c'eſt de ne donner aucun coup de marteau, aucunes ſecouſſes rudes à ces pieces, ſoit avant, ſoit après les avoir aſſemblées.

EFFETS.

CE faiſceau de verges aimantées ; que l'on a nommé *Aimant artificiel*, peut s'employer à toutes les expériences précédentes comme un aimant naturel ; il a deux pôles, dont l'un *m* attire la pierre flottante de la *figure* 5, lorſqu'on le préſente vers *S*, & la repouſſe quand on le tourne vers M. Il ſe charge de limaille ou de clous par l'un & l'autre bout : il agit à travers toutes les matieres qu'on oppoſe à ſon action ; & il communique la vertu magnétique autant & mieux à proportion qu'une bonne pierre d'aimant armée.

OBSERVATIONS.

L'AIMANT, ſoit naturel, ſoit artificiel, en communiquant ſes pro-

priétés au fer, ne perd rien de sa vertu; on a beau aimanter un grand nombre de lames à la même pierre, & de suite, on ne s'apperçoit point qu'elle en soit épuisée.

XIX. LEÇON.

IL arrive pourtant quelquefois qu'un aimant perd sa force par succession de temps : on remarque aussi, quoique plus rarement, qu'il en acquiert ; & en général il paroît que le magnétisme se fait sentir plus vigoureusement l'hiver lorsqu'il regne un vent de Nord, que dans toute autre saison, & par un temps pluvieux ; l'affoiblissement vient plutôt des secousses rudes, de la rouille des armures, ou d'un violent degré de chaleur, peut-être aussi d'une position désavantageuse & de longue durée.

La vertu magnétique communiquée s'affoiblit ou se perd en certains cas.

CE ne sont pas les aimants capables de soutenir un plus grand poids, qui sont toujours, comme on le pourroit croire, les plus propres à communiquer une grande vertu au fer : on en voit qui portent peu, & qui touchent puissamment ; d'autres qui portent beaucoup, & qui communiquent peu de vertu. C'est ce qui

Distinctions des Aimants en généreux & en vigoureux.

XIX. LEÇON.

les fait distinguer par les noms de *vigoureux* & de *généreux* : ceux-ci sont les plus forts quant à la communication ; ceux-là sont les plus puissants pour l'attraction & pour la répulsion : il n'est quelquefois pas besoin de toucher ; il suffit d'approcher le fer d'un aimant bien généreux.

Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique.

LA communication du magnétisme, lorsqu'elle se fait par attouchement ou seulement par approche, s'opere en très-peu de temps ; c'est-à-dire, qu'au premier tact une lame de fer s'aimante sensiblement ; mais sa vertu augmente jusqu'à un certain point, si elle est touchée à plusieurs reprises, & du même sens ; car lorsqu'on la touche alternativement en sens contraires, elle perd au second contact ce qu'elle avoit acquis dans le premier.

Aiguilles de boussoles ; de quoi il convient qu'on les fasse.

ON fait d'acier toutes les aiguilles de boussoles : si elles étoient de fer doux, elle s'aimanteroient peut-être plus aisément ; mais il est essentiellement nécessaire qu'elles soient bien légeres pour être très-mobiles, & qu'elles puissent conserver long-

temps leur vertu magnétique ; si elles étoient de fer, elles plieroient trop aisément, ou bien il faudroit les faire plus épaisses, & par conséquent plus lourdes : d'ailleurs on sait par expérience que l'acier, s'il ne s'aimante pas aussi aisément, garde mieux que le fer la vertu magnétique qu'on lui fait prendre.

Aimants artificiels ; leur histoire, & leurs différentes constructions.

Les aimants artificiels, tels que celui dont on a fait usage dans la derniere expérience, n'ont point une force proportionnée au nombre des lames qui les composent : c'est-à-dire, que si chaque lame séparée des autres, a la force de soutenir deux onces de fer, huit lames semblables, lorsqu'elles sont réunies, n'en portent point une livre comme il semble qu'elles devroient faire ; il y a toujours du rabais plus ou moins, suivant que leur union est plus ou moins parfaite, ou bien selon quelqu'autre circonstance dont on ignore encore l'importance.

On peut remarquer aussi que ces assemblages de lames aimantées communiquent au fer beaucoup plus de vertu à proportion qu'un aimant

naturel ; & quand on a des aiguilles
XIX. de bouſſole à toucher, ou que quel-
LEÇON. qu'un a la curioſité de faire aimanter un couteau ou une épée, on doit préférer pour cette opération l'aimant artificiel à la pierre armée.

Je crois que cet avantage vient de la grande diſtance qu'il y a d'un pôle à l'autre ; car j'ai obſervé que c'eſt une figure avantageuſe pour une pierre, lorſque ſa plus grande longueur ſe trouve compriſe entre les deux pieces de ſon armure.

En 1740, il me prit envie de ſavoir ſi l'aimant artificiel gagneroit beaucoup d'être armé : le ſieur Pierre le Maire, dont j'ai fait mention ci-deſſus, m'en compoſa un de douze lames d'acier trempé, dont chacune avoit huit pouces de longueur, une ligne d'épaiſſeur, & environ dix lignes de largeur ; il en fit un faiſceau qu'il ſerra fortement avec des ligatures de cuivre, & aux extrémités duquel il attacha deux armures ſemblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant ; voyez la *Figure* 11.

Cet aimant qui avant d'être armé n'enlevoit

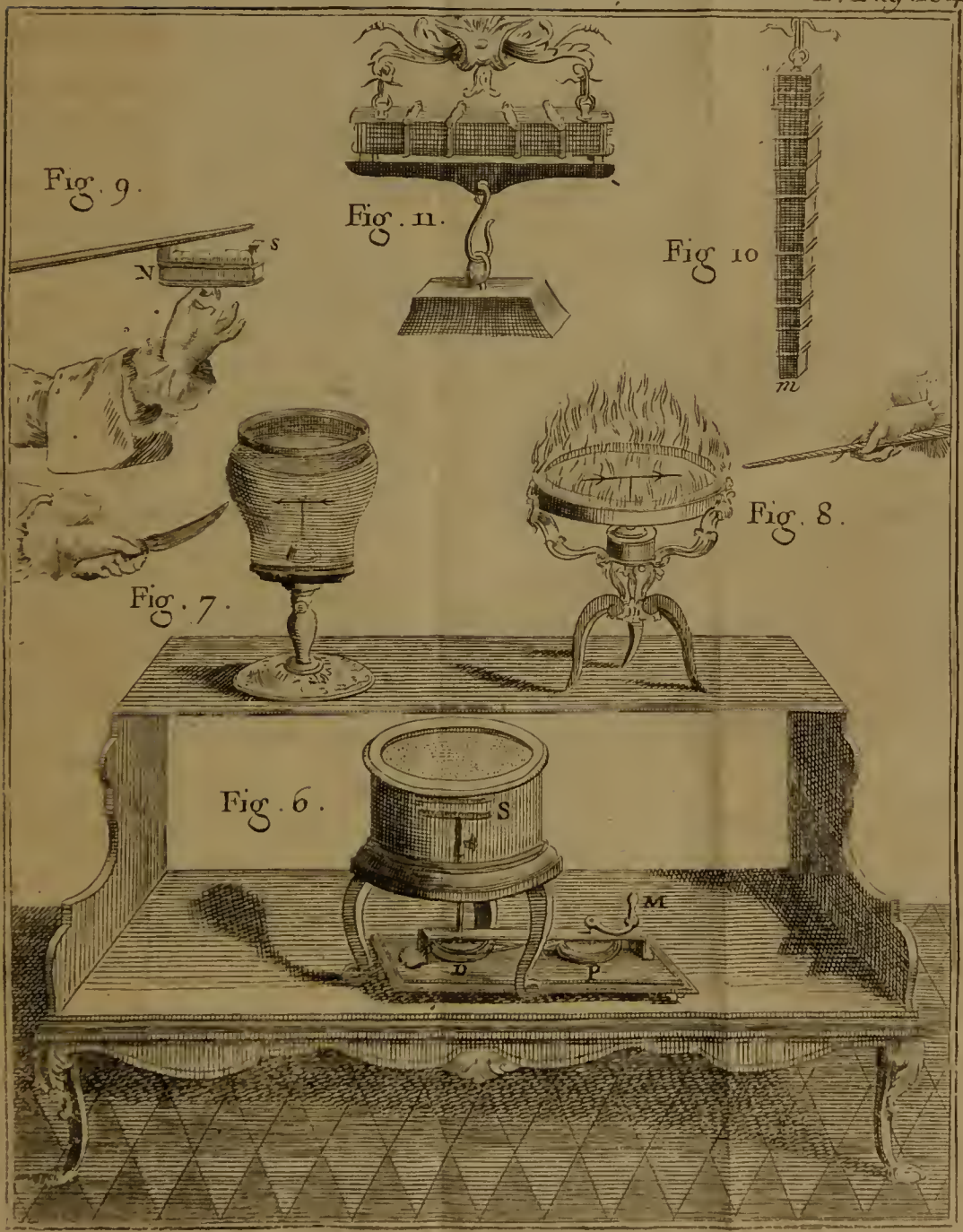


Fig. 9.
N
S
Fig. 11.
Fig 10
m
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 6.
S
M
D
P

n'enlevoit, par le bout le plus fort, qu'une livre & demie de fer, ou à peu-près, porta, quand il le fut, un poids de six livres & demie, par le moyen d'une piece de fer qu'on mit en contact sur les deux masses des armures. C'est la premiere fois de ma connoissance, qu'on ait réuni l'action des deux pôles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

XIX. LEÇON.

En 1746, M. Knight, Médecin Anglois, montra à la Société Royale de Londres un nouvel aimant artificiel qu'il avoit composé de deux barreaux d'acier trempé dur, longs de 15 pouces, situés parallelement entr'eux, séparés l'un de l'autre par une regle de bois *C*, de 8 à 9 lignes de large, les extrémités communiquant ensemble par deux petites pieces de fer doux *aa*, *bb*, aussi larges & aussi épaisses que les barreaux, avec cette attention que le pôle Nord de l'un répondoit au pôle Sud de l'autre: voyez la *Figure* 12, qui représente cet assemblage.

M. Knight, avec cet instrument, changea à plusieurs reprises, en pré-

XIX. LEÇON.

sence de la compagnie, les pôles d'un aimant naturel, non armé & foible ; & il montra d'une maniere déciſive, que l'acier trempé bien dur s'aimante plus fortement que le fer doux, & l'acier recuit après la trempe.

Pour faire ces expériences, il ôta les deux pieces de fer doux qui faiſoient communiquer enſemble ſes deux barreaux ; il les ouvrit enſuite comme les deux branches d'un compas, & les aligna bout-à-bout l'un de l'autre ſur une table, de maniere que le pôle Sud de l'un touchoit le pôle Nord de l'autre, comme on le peut voir par la *Figure* 13. Il plaça ſucceſſivement ſur ces barreaux des aiguilles de bouſſoles de mer, les unes d'acier trempé très-dur, les autres d'acier revenu au bleu, ou de fer doux ; il les plaça, dis-je, de façon que le centre de chacune d'elles répondît à la jonction des deux barreaux ; puis, en faiſant appuyer deſſus avec la main, il tira les deux barreaux en ſens contraires, & fit parcourir au pôle Nord de l'un la moitié de l'aiguille, & l'autre moitié de la même

aiguille au pôle Sud du barreau opposé. Par cette épreuve réitérée plusieurs fois de suite, on vit que les aiguilles d'acier, qui avoient une trempe complette, avoient contracté une bien plus grande vertu, & d'attraction, & de direction, que celles qui avoient été recuites après la trempe, ou qui n'étoient faites que de fer doux.

XIX. LEÇON.

M. Knight changea plusieurs fois les pôles d'une pierre d'aimant nue, en la plaçant entre les deux barreaux, toujours alignés, mais séparés de maniere que le pôle Nord de la pierre touchât le pôle Nord de l'un d'eux, & son pôle Sud, le pôle de même nom de l'autre barreau. Cette pierre ayant demeuré un bon quart-d'heure dans cette situation, eut ses pôles en sens contraires de ce qu'ils étoient auparavant; on la laissa ensuite autant de temps entre les deux barreaux, son axe ou la ligne de ses pôles coupant à angles droits l'alignement des barreaux; les pôles de la pierre changeant encore de place, se mirent dans la direction de l'aimant artificiel.

XIX. LEÇON.

Peu de temps après, M. Knight nous envoya de petits barreaux d'acier, longs de 3 à 4 pouces, sur environ trois lignes & demie de diametre, qui portoient, sans aucune armure, 7 à 8 fois la valeur de leur poids; & ce qu'il y avoit de plus merveilleux, c'est que M. Knight a toujours assuré qu'il leur faisoit prendre cette vertu magnétique, sans le secours d'aucun aimant naturel ni artificiel.

M. Duhamel, par différents procédés, chercha à imiter ces barreaux magnétiques, dont le Médecin Anglois a toujours fait mystere; & il parvint à en faire d'aussi forts, en partant de deux faits déjà connus: savoir, 1°. que quand on aimante une lame de fer ou d'acier, le bout qui est touché le dernier, a toujours plus de vertu que l'autre; 2°. que quand on aimante une petite lame sur une plus grande qui lui sert de support, elle prend par ce moyen plus de vertu qu'elle n'en recevroit si elle étoit seule.

M. Duhamel commença donc par toucher avec un aimant naturel de

petits barreaux d'acier trempé, posés au bout, & sur une barre beaucoup plus grande, & qui avoit déja touché à l'aimant; ensuite il les mit, à la maniere de M. Knight, entre deux barres magnétiques, ayant soin de rendre les pôles de différents noms contigus les uns aux autres, & par-là il parvint à aimanter ces petits barreaux aussi fortement que ceux qui avoient été envoyés d'Angleterre (*a*).

LEÇON XIX.

Mais cette imitation n'étoit pas complette, en supposant que M. Knight ne se servît d'aucun aimant naturel ou artificiel, pour donner la vertu magnétique à ses barreaux : MM. Michell & Canton en Angleterre, & M. Antheaume à Paris, se proposerent de deviner son secret, ou au moins de parvenir au même but d'une maniere quelconque (*b*).

(*a*) Voyez le détail de ces expériences, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1745, *pag.* 18 *& suiv. &* 1750, *pag.* 154 *& suiv.*

(*b*) Tous ceux qui se sont proposés de faire prendre au fer la vertu magnétique sans le toucher à l'aimant, ont dû se souvenir que le P. Grimaldi, Jésuite, il y a environ 200 ans, observa qu'une barre de fer tenue pendant quelque temps dans une situation verticale, s'aimantoit assez pour attirer par son extrémité

XIX. LEÇON.

Le premier vint à bout de donner un commencement de vertu magnétique à un petit barreau d'acier qu'il plaça bout-à-bout entre deux barres de fer, ſur une table un peu inclinée au Nord, ayant ſoin que ces trois corps contigus fuſſent alignés dans le plan du méridien magnétique, & en traînant deſſus, & à pluſieurs repriſes, dans la direction du Nord au Sud, le bout d'une troiſieme barre de fer élevée preſque verticalement.

Le ſecond obtint le même effet, en attachant le petit barreau d'acier contre la partie ſupérieure d'un fourgon de fer, & en traînant deſſus de bas en haut, & à pluſieurs fois, le bout inférieur d'une de ces pincettes qui ſervent communément à attiſer le feu.

Voici la méthode que j'ai vu pratiquer avec ſuccès au troiſieme (à M. Antheaume), & je copie ſes

d'en bas, la pointe Sud d'une aiguille de bouſſole, & la repouſſer par ſon extrémité d'en haut ; phénomene qui s'eſt confirmé depuis par l'obſervation qu'en fit Gaſſendi ſur la tige de la croix du clocher de S. Jean d'Aix en Provence, & par une pareille remarque qui fut faite à la fin du dernier ſiecle, à l'occaſion d'une pareille croix à Chartres.

propres paroles. « Sur une planche, » dit-il, inclinée dans la direction » du courant magnétique, c'eſt-à- » dire, pour Paris, inclinée à l'hori- » zon de 70 degrés du côté du Nord, » je place de file deux barres de fer » quarrées, de 4 à 5 pieds de lon- » gueur ſur 14 à 15 lignes d'épaiſ- » ſeur, limées quarrément par leurs » extrêmités intérieures, ou qui ſe » regardent, entre leſquelles je laiſſe » un intervalle de ſix lignes; j'appli- » que à chacune de ces extrémités » une eſpece d'armure, formée avec » de la tôle de deux lignes d'épaiſ- » ſeur, 14 à 15 lignes de largeur, & » une ligne de plus de hauteur, dont » le côté qui doit être appliqué à la » barre eſt limé, & entierement » plat; trois des bords de l'autre face » ſont taillés en biſeau ou chan- » frein; le quatrieme, qui doit ex- » céder d'une ligne l'épaiſſeur de la » barre, eſt limé quarrément pour » former une eſpece de talon. Pour » remplir le reſte de l'intervalle, je » mets entre ces deux armures une » petite languette de bois de deux » lignes d'épaiſſeur. Tout étant ainſi

XIX. LEÇON.

XIX. LEÇON.

» disposé, & placé, comme je l'ai dit, » dans la direction du courant magnétique, je glisse sur ces deux talons à la fois, suivant la longueur » des barres de fer, la barre d'acier » que je veux aimanter, la faisant » aller & venir lentement d'un de » ses bouts à l'autre, comme on feroit si l'on aimantoit sur les deux » talons d'une pierre d'aimant. Voyez » la *fig.* 14, qui représente tout cet » appareil (*a*).

» J'ai été surpris moi-même, » ajoute M. Antheaume, de voir que » j'aimantois ainsi tout d'un coup, » non-seulement de petites barres » comme celles de MM. Michell & » Canton, mais de grosses barres d'acier d'un pied de longueur, & » même plus longues, ce qu'on » n'obtiendroit jamais par leurs méthodes. L'expérience m'a fait connoître depuis que cette opération » produit des effets encore plus sur-

(*a*) *AB*, la planche ou le madrier incliné; *CD*, *EF*, les deux barres de fer alignées; *ll*, les deux armures de tôle; *hi*, la lame de bois qui est entre les armures; *KL*, la lame à aimanter.

» prenants,

» prenants, en employant des barres » de fer de dix pieds de longueur cha- » cune; la force magnétique que re- » çoit pour lors la barre d'acier, égale » celle qu'elle recevroit d'un très-bon » aimant, &c. » *Mém. sur les Aimants artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Pétersbourg, en* 1760. *A Paris, chez Butard*, 1760.

XIX. LEÇON.

De quelque maniere que les barreaux aient reçu la vertu magnétique, on en fait des aimants artificiels d'une très-grande force, en les multipliant & en les distribuant en deux faisceaux séparés l'un de l'autre par deux dés de bois d'un pouce d'épaisseur, les pôles de différents noms communiquant ensemble de part & d'autre par une armure de fer doux, comme les barreaux simples de M. Knight: voyez la *figure* 115. J'en ai une de cette espece qui porte 75 liv.

Feu M. Bazin, qui a écrit sur les courants magnétiques, m'envoya, il y a 10 ou 12 ans, de Strasbourg, des aimants artificiels, qu'il faisoit d'un seul barreau tourné en forme de fer à cheval, comme on le peut voir

XIX. LEÇON.

par la *Figure* 16. Ils ont cet avantage, que les deux pôles, comme aux aimants naturels, communiquent ensemble par un contact ou portant de fer doux, auquel on accroche le poids qu'on veut faire porter.

Quant à la maniere de toucher avec les faiſceaux de M. Michell ; les barreaux qui forment l'aimant artificiel de M. Knight, repréſenté par la *figure* 12, MM. Duhamel & Antheaume recommandent le procédé ſuivant comme le meilleur : il faut placer l'aſſemblage déſigné par la figure que je viens de citer, ſur une table un peu longue ; que chaque barreau *A A*, (*fig.* 17.) ſe trouve tour à tour dans l'alignement des deux autres barres d'acier *D B* & *B E*, longues de deux pieds & demi ou trois pieds ; puis on place ſur le milieu du barreau *A*, le bout *N* (*fig.* 18.) de l'un des faiſceaux, & le bout *S* de l'autre ; & l'on traîne à pluſieurs repriſes & doucement celui-ci juſqu'en *D*, & celui-là juſqu'en *E* ; ce que l'on réitere pour chaque barreau ſur les deux faces oppoſées.

Fig. 12.

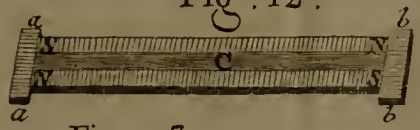


Fig. 13.

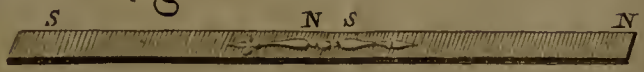


Fig. 16.

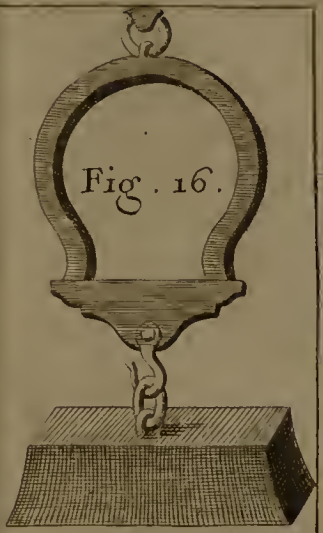


Fig. 18.

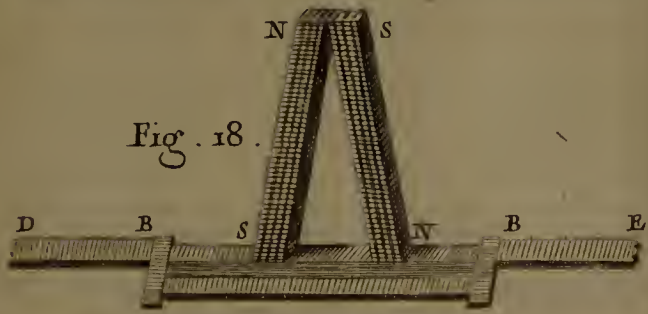


Fig. 17.

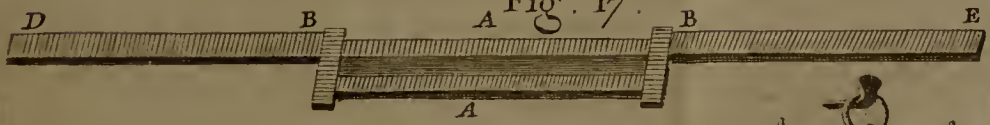


Fig. 15.

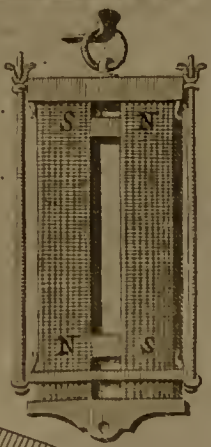
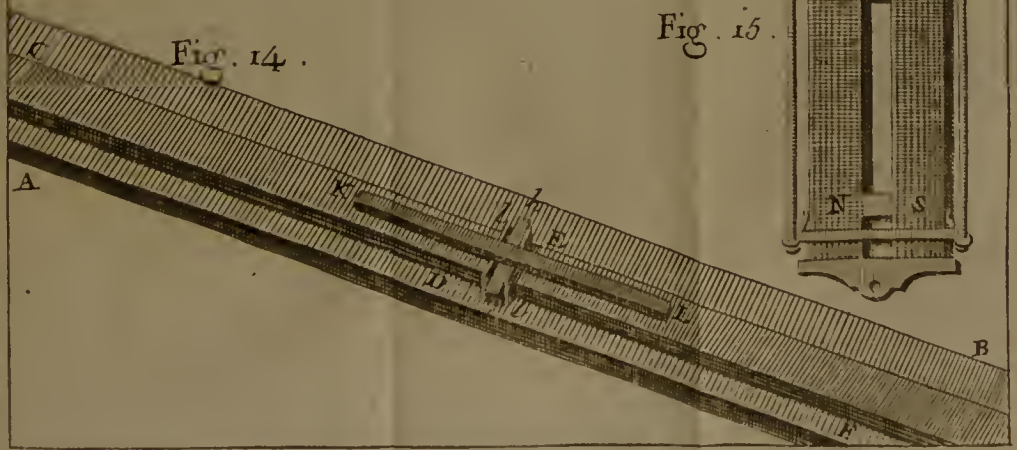


Fig. 14.



Sicbon del et Sculp.

L'hiſtoire des aimants artificiels, la maniere de les conſtruire & de s'en ſervir, pour toucher les aiguilles de bouſſoles, c'eſt ce qu'il y a de plus intéreſſant & de plus nouveau dans cette matiere : je crois en avoir dit aſſez pour ſatisfaire la curioſité du plus grand nombre de mes Lecteurs ; ceux qui voudront de plus amples inſtructions, pourront conſulter les Mémoires de l'Académie des Sciences, ou celui de M. Anneaume cités ci-deſſus ; ou bien ſe pourvoir d'un Ouvrage *in*-12, imprimé à Paris en 1752, chez Guérin & Delatour, lequel eſt intitulé : *Traité ſur les Aimants artificiels..... par le R. P. Privoire, de la Compagnie de Jéſus.*

XIX. LEÇON.

QUATRIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

L'Aimant naturel ou artificiel dirige l'un de ſes pôles vers le Nord, & l'autre vers le Sud.

La direction

VI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

1°. ON fait flotter ſur l'eau une

XIX. LEÇON.

petite pierre d'aimant comme celle de la 3e Expérience (*fig.* 5).

2°. On place sur un pivot une aiguille de boussole bien aimantée, (*fig.* 19); on prend soin qu'il n'y ait ni fer ni aimant à 3 ou 4 pieds de distance aux environs.

3°. Il faut connoître à-peu-près la position du lieu où l'on est, par l'inspection du Soleil ou autrement.

EFFETS.

ON remarque aisément que la pierre & l'aiguille dirigent l'un de leurs pôles vers le Nord, & l'autre du côté du Midi; & si l'on fait quelque mouvement qui les dérange de cette direction, aussi-tôt qu'elles sont libres, elles affectent toujours de la reprendre.

OBSERVATIONS.

LA direction de l'aimant est de toutes les propriétés qu'on lui connoît, celle qui nous a été la plus utile jusqu'à présent. Celui qui s'apperçut le premier qu'une lame de fer aimantée, lorsqu'elle avoit la liberté de se mouvoir facilement, se

tournoit de maniere que ſes deux extrémités indiquaſſent le Nord & le Sud, demeura probablement occupé de cette nouveauté, & ne penſa point à en faire d'autre uſage que d'exciter l'admiration de ceux qui pouvoient n'en avoir point encore eu connoiſſance : mais dans le grand nombre des admirateurs, il étoit bien difficile qu'il ne ſe rencontrât enfin quelqu'un de ces génies attentifs à mettre à profit les découvertes que l'on doit aſſez ſouvent au hazard. Il s'en trouva en effet, & l'on penſa qu'un inſtrument capable d'indiquer par lui-même le Nord & le Sud, devoit être d'un grand ſecours à quiconque auroit beſoin de s'orienter dans des temps & dans des lieux où le Ciel ne pourroit être conſulté.

Application de cette propriété de l'aimant. Invention de la bouſſole.

C'EST-LA préciſément le cas où l'on ſe trouve dans un bâtiment de mer, lorſqu'on a perdu les côtes de vue, & que les aſtres ſont cachés par des nuages épais. Comme les vents peuvent changer à tout inſtant, il faut que la manœuvre change auſſi pour entretenir le vaiſſeau dans ſa

XIX. LEÇON.

route. Mais lorsqu'on ne voit ni le Ciel ni la Terre, comment sauroit-on que l'on manœuvre à propos, ou qu'on a justement remédié à l'inconstance du vent ? Cette difficulté tenoit autrefois la navigation dans des bornes très-étroites ; à peine osoit-on perdre la terre de vue ; ce n'est, à proprement parler, que depuis l'invention de la boussole que l'on a entrepris des voyages de long cours, & qu'on a vu fleurir le commerce de mer en Europe.

Les Historiens ne conviennent point trop entr'eux, ni du temps, ni du lieu où cet instrument a pris naissance : le Lecteur, qui sera curieux d'apprendre ce que l'on en peut savoir, pourra consulter le Spectacle de la Nature de feu M. Pluche (*a*) ; il y trouvera en même temps un détail historique des plus importantes découvertes qui ont été faites, depuis que l'aiguille aimantée a rendu les Navigateurs plus hardis. Je dirai seulement qu'au 12e siecle les Pilotes François s'aidoient déja de cette aiguille, qui portoit alors le

(*a*) Tom. IV, page 419 & suiv.

nom de *Marinette*, à cause de l'usage qu'on en faisoit sur mer; & à l'égard du pays à qui l'on doit faire honneur de cette invention, n'est-ce point un préjugé en faveur de la France, qu'à toutes les rosettes de boussoles des différentes nations, le Nord soit toujours marqué par une fleur-de lis?

XIX. LEÇON.

LA Boussole ou *Compas de mer*, est composée de trois parties principales : savoir, la rosette, la suspension, & la boîte qui contient le tout.

Description du compas de mer.

La *rose* ou *rosette* est ordinairement un carton fin ou une feuille de talc couverte de papier, d'une figure circulaire, dont la circonférence est divisée en 360 degrés, comme on le peut voir par la *figure* 20. Le diametre de la rosette est égal à une lame d'acier aimantée de 8 à 10 pouces de longueur & qui est fixée dessus ou dessous : au milieu de cette lame ou aiguille, & au centre de la rose, est une chape ou *chapelle*, c'est-à-dire, un petit cône creux de métal ou d'agate qui excede le plan supérieur du cercle, & dans lequel est

reçu le pivot sur lequel la rose doit tourner.

XIX. LEÇON.

Quant à la suspension, on la fait ordinairement de la maniere suivante.

Un hémisphere creux de cuivre porte à son bord deux petits tourillons diamétralement opposés, par le moyen desquels il est suspendu, & mobile dans une zône circulaire de même métal, laquelle se meut elle-même sur deux tourillons semblables, dont l'alignement *A A* coupe à angles droits celui des deux premiers *B B*, (*fig.* 21).

La boîte qui contient le tout, (*fig.* 22.) est faite de bois, & reçoit dans deux entailles pratiquées aux bords de ses deux côtés opposés *C*, *C*, les deux tourillons *A*, *A*; dans le fond de la cuvette hémisphérique, qui est lestée avec du plomb, est fixé un pivot très-pointu & très-dur, qui porte la rosette à la hauteur des bords de ce vase, où sont élevées deux pinules *D*, *D*.

On concevra aisément, qu'au moyen d'une telle suspension, la rosette peut s'entretenir dans une situa-

tion horizontale, de quelque côté que le mouvement du vaisseau fasse pencher la boîte ; & que tandis qu'on bornoye un objet par les pinules, la rosette qui tourne librement sur son pivot, obéissant à l'aiguille aimantée à laquelle elle tient, montre, par le nombre de dégrés interceptés entre la pinule la plus éloignée de l'œil & l'endroit où l'aiguille se fixe, à quel point de l'horizon répond l'objet qu'on observe.

XIX. LEÇON

Et si la ligne qui passe par les pinules, est parallele à la quille du vaisseau, on voit par le même moyen si la route du vaisseau se maintient dans la direction qu'on veut qu'elle ait.

Boussoles portatives.

QUELQU'UN qui seroit égaré dans une forêt, pourroit s'orienter avec une bousſole portative, & retrouver le lieu où il voudroit se rendre ; c'est apparemment pour de telles occasions que la mode s'est introduite de porter de petites bousſoles pendues aux cordons de montres : mais quels secours peut-on attendre de pareils colifichets, si l'on sait qu'une ai-

guille aimantée de deux pouces de longueur, eſt à peine capable de rendre ce ſervice à quelqu'un qui ſauroit bien la mettre en uſage ?

XIX. LEÇON.

Bouſſoles à cadrans.

BIEN des gens portent encore de ces cadrans ſolaires garnis de bouſſoles, qu'on appelle des *Buterfields*, du nom de l'ouvrier qui les faiſoit le mieux de ſon temps : on les oriente en les poſant horizontalement ſur un endroit fixe, & en les tournant juſqu'à ce que l'aiguille aimantée s'arrête vis-à-vis le degré qui marque la déclinaiſon du lieu (*a*). Alors, s'il fait du Soleil, l'index qui s'éleve ſur le plan du cadran, marque par ſon ombre à-peu-près l'heure qu'il eſt ; je dis à peu-près, mais c'eſt à condition que la bouſſole ſera grande, que l'aiguille ſera bien mobile & bien aimantée, qu'il n'y aura aucun fer ni acier dans le voiſinage, & que celui qui voudra ſavoir l'heure avec cet inſtrument, ſaura bien s'en ſervir : ſans cela, il ne vaut pas la plus mauvaiſe montre.

Perfections à déſirer dans la bouſſole.

QUELQUE utile que ſoit la bouſſole en mer, elle ne l'eſt point en-

(*a*) Je dirai tout à l'heure ce que c'eſt que la déclinaiſon du lieu.

core autant qu'elle pourroit l'être, si l'aiguille aimantée, qui en est la piece principale, avoit une direction constante ; si elle se dirigeoit toujours au vrai Nord, & au vrai Sud, ou bien à tout autre point de l'horizon, pourvu qu'elle ne changeât jamais. Quand une fois on auroit réglé la route du vaisseau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille, il n'y auroit plus d'autre soin à prendre que celui de conserver cet angle toujours le même, & l'on seroit assuré que la route ne seroit point changée, ou l'on sauroit au moins de quelle quantité elle l'est : mais ce qui jette beaucoup d'incertitude dans l'usage de la bousole, & ce qui oblige à ne perdre aucune occasion de se redresser par l'inspection du Ciel, c'est que cette direction de l'aimant, si précieuse à la navigation, varie d'un lieu & d'un temps à l'autre ; il y a plusieurs endroits dans le monde où l'aiguille aimantée affecte de se tourner exactement vers le Nord & vers le Sud ; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins ;

XIX. LEÇON.

Déclinaison de l'aiguille aimantée.

XIX. LEÇON.

cette différence entre la direction de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on l'observe, se nomme *déclinaison.*

Quoique ce fût une assez grande incommodité dans l'usage de la bousſole, que d'être obligé d'apprendre la déclinaison de l'aimant pour chaque lieu, l'importance de cet instrument vaudroit bien la peine qu'on s'en assurât, si les observations une fois faites pouvoient servir de regle par la suite : c'étoit sans doute dans cette vue que M. Halley avoit dressé en 1700 une carte générale, sur laquelle on voit une ligne qui passe par tous les endroits observés, où l'aimant n'avoit point de déclinaison, & d'autres lignes qui indiquent par un chiffre de combien il déclinoit en d'autre lieux (*a*) ; mais il y a encore une *variation* qui dépend du temps, & qui ne suit aucune regle dont on soit sûr.

Depuis l'établissement des Académies dans les différents Etats, on trouve tous les ans, dans les re-

(*a*) Voyez l'Essai de Physique de Muschenbroek, in-4°. Tome II, Planche XXVIII.

cueils des Mémoires qu'elles font imprimer, les observations météorologiques pour chaque année ; celles qui concernent l'aimant s'y trouvent aussi, & l'on y peut voir qu'à Paris, depuis l'an 1666, temps auquel l'Académie des Sciences fut établie, l'aiguille aimantée, qui alors se dirigeoit au vrai Nord, a toujours décliné de plus en plus vers l'Oueſt ; de sorte qu'aujourd'hui (*a*) sa déclinaison est de 18 degrés & demi ; mais comme cette aiguille, quand on l'agite un peu, revient rarement avec précision au même endroit d'où elle est partie, & qu'il est difficile de voir à un demi-degré près l'endroit où elle se fixe en vertu du magnétisme, il se passe souvent plusieurs années avant qu'on puisse décider avec certitude sur la quantité dont sa déclinaison est augmentée. A en juger par les meilleures observations qu'on a pu recueillir depuis près de deux siecles ; & en supposant que la déclinaison de l'aimant se fasse avec un mouvement uniforme, il semble qu'elle va en augmentant de

XIX. LEÇON.

(*a*) C'est-à-dire, dans toute l'année 1763.

9 à 10 minutes par chaque année, à Paris, & assez loin aux environs.

XIX. LEÇON.

Suivant quelques observations qu'on trouve dans les Transactions philosophiques de 1759, il semble que l'aiguille aimantée soit encore sujette à une variation journaliere qui la fait décliner le matin vers le couchant de 7 à 8 minutes, & le soir d'autant en sens contraire, à compter du point de sa déclinaison ordinaire.

La bousſole recevroit donc un grand degré de perfection, si l'on pouvoit faire en sorte que l'aimant qui anime sa rose, ne déclinât jamais d'un certain point de l'horizon en quelque lieu qu'on le portât; c'est un projet qui a été conçu par d'habiles gens, mais qui qui n'a point encore été éxécuté; malgré les tentatives inutiles qu'on a faites sur cela, il ne faut point désespérer: le temps qui voit naître un dessein, est quelquefois bien éloigné de celui où il doit être mis en exécution.

CINQUIEME PROPRIÉTÉ DE L'AIMANT.

XIX. LEÇON.

Celui des pôles d'un aimant ou d'un fer aimanté qui se dirige vers le Nord, s'incline aussi vers la Terre.

L'inclinaison de l'aiguille aimantée.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

EF, (*Fig.* 23.) est une lame ou aiguille d'acier trempé, qui depuis *G* jusqu'en *F*, ressemble à-peu-près à un couteau. L'autre partie *GE* est fendue en fourchette pour faire ressort, & afin qu'une petite masse de cuivre *E* qui glisse dessus, puisse s'arrêter où l'on veut. En *G* est un axe semblable à celui d'un fleau de balance, & par le moyen duquel la lame *EF* se met en équilibre sur un support qui finit en fourchette; *HIK* est une portion de cercle de cuivre, qui est divisée en degrés, & marquée par des chiffres de 10 en 10.

Il faut d'abord mettre l'aiguille *EF* en équilibre, en avançant ou en reculant la petite masse *E*, jusqu'à

ce que le bout F réponde juſtement à zéro du quart de cercle.

XIX. LEÇON.

Enſuite ayant ôté cette aiguille de deſſus ſon ſupport, on la touche à un bon aimant en la faiſant gliſſer de G en F, & on la remet en place.

EFFETS.

L'AIGUILLE, après avoir touché l'aimant, ne ſe tient plus comme auparavant dans une ſituation horizontale; la partie FG s'incline, & fait avec l'horizon un angle que l'on peut aiſément meſurer par l'arc intercepté entre le degré auquel elle aboutit, & le zéro d'où elle eſt deſcendue.

OBSERVATIONS.

L'OPINION commune, & qui paroît fondée ſur des relations aſſez ſûres (*a*), eſt que cette inclinaiſon de l'aimant augmente à meſure qu'on s'avance davantage dans les pays Septentrionaux: on pourroit donc eſpérer quelques éclairciſſements ſur la cauſe phyſique du magnétiſme, ſi l'on avoit des aiguilles d'inclinaiſon qui fuſſent comparables entre

(*a*) Voyez Mém. de l'Acad. R. des Sc. an. 1754, p. 94 & ſuiv.

elles;

elles, c'eſt-à-dire, que dans un lieu donné, elles fiſſent conſtamment le même angle avec l'horizon, afin qu'étant portées en différents lieux de la terre, on pût légitimement attribuer à la cauſe du magnétiſme, les variations qu'on remarqueroit à leur inclinaiſon. D'ailleurs ces ſortes d'inſtruments ſeroient encore fort utiles dans la navigation, ſi l'on étoit certain, qu'en s'inclinant d'une certaine quantité, ils indiquaſſent tel ou tel climat, telle ou telle latitude. Mais l'expérience apprend que le plus ou le moins d'inclinaiſon dépend beaucoup de la longueur de l'aiguille, de la qualité du fer ou de l'acier dont elle eſt faite, de la façon dont elle eſt taillée, & encore plus de la force de l'aimant auquel on l'a touchée; de ſorte qu'il eſt peut-être auſſi difficile de conſtruire une aiguille d'inclinaiſon dont les effets ſoient conſtants & réglés, que d'avoir une bouſſole dont la direction ne varie point.

XIX. LEÇON.

Difficulté de conſtruire des aiguilles d'inclinaiſon qui ſoient comparables entr'elles.

DANS les voyages de long cours, les pilotes ſont quelquefois obligés de charger avec de la cire ou autre-

Remedes contre l'inclinaiſon des aiguilles.

XIX. LEÇON.

ment la partie méridionale de leur roſe pour la rappeler dans une ſituation horizontale ; parce qu'en avançant vers le Nord, l'autre bout de l'aiguille s'incline ſenſiblement, ce qui gêne ſon mouvement.

Lorſqu'on prépare les aiguilles de bouſſoles, & qu'on les a miſes en équilibre ſur leurs pivots ; dès qu'on les a touchées à l'aimant, & qu'on les remet en place, on s'apperçoit bientôt que le bout qui ſe dirige au Nord, s'incline comme s'il étoit devenu plus peſant que l'autre ; & l'on eſt preſque toujours obligé d'en couper une petite portion pour faire renaître l'équilibre.

Il eſt à préſumer que cette inclinaiſon n'a pas lieu à l'équateur, ni dans les lieux circonvoiſins ; & qu'elle ſe fait en ſens contraire dans les climats méridionaux : c'eſt aux relations bien fidelles à nous apprendre au juſte ce qui en eſt.

Voilà les principales propriétés de l'aimant, & les phénomenes les plus intéreſſants de ceux qui peuvent s'y rapporter ; j'omets ici certains détails de pratique qui n'in-

Fig. 20.

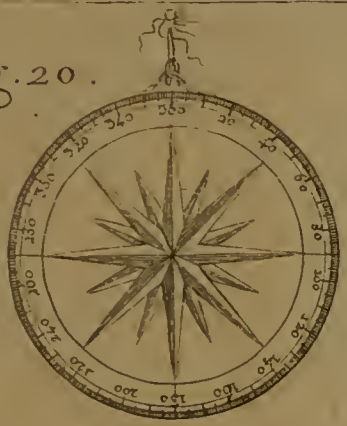


Fig. 23.

Fig. 22.

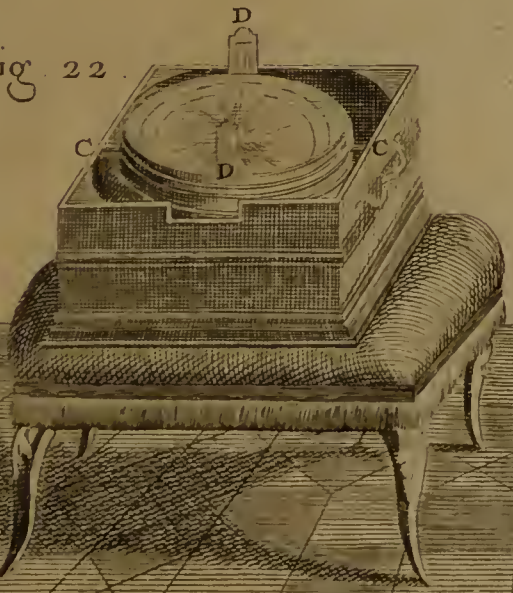


Fig. 21.

Fig. 19.

téreſſent peut-être pas le plus grand nombre de mes Lecteurs, mais qui doivent être recherchés comme des inſtructions fort utiles, par tous ceux qui auront à travailler ſur cette matiere : feu M. Muſchenbroek qui a travaillé ſur l'aimant plus qu'aucun Auteur que je connoiſſe, a fait imprimer une diſſertation fort longue (*a*), dans laquelle on trouvera abondamment de quoi ſe ſatisfaire.

XIX. LEÇON.

RÉFLEXIONS
Sur les Cauſes du Magnétiſme.

QUOIQUE les Savants aient embraſſé diverſes opinions ſur les cauſes du magnétiſme, & qu'ils aient ſuivi différentes routes pour en expliquer les phénomenes, ils ſe ſont toujours réunis en un point qui eſt comme la baſe de leurs ſyſtêmes ; il

(*a*) Cette diſſertation fait la plus grande partie d'un Ouvrage in-4°, imprimé en 1729 ſous ce titre : *De magnete, tuborumque capillarium, &c. Diſſertationes.*

XIX. LEÇON.

n'en eſt preſque point parmi eux qui n'admette autour de chaque aimant naturel ou artificiel, un fluide ſubtil & inviſible, qui circule d'un pôle à l'autre, & auquel on a donné le nom de *matiere magnétique*. Cette ſuppoſition eſt tout-à-fait vraiſemblable, & l'on ne peut guere s'y refuſer, quand on voit l'expérience qui ſuit.

Matiere magnétique ; preuve de ſon exiſtence.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ON poſe un aimant ſur un carton liſſe, ou ſur un grand carreau de vitre bien eſſuyé ; on le poſe de maniere que la ligne qui joint ſes pôles ſoit parallele au plan ſur lequel il eſt poſé. Avec un poudrier d'écritoire, ou avec quelque choſe d'équivalent, on tamiſe d'un peu haut de la limaille de fer, & l'on frappe quelques coups avec la main ſur la table où le carton eſt placé.

EFFETS.

LA limaille s'arrange en pluſieurs demi-cercles, ou demi-ovales, qui

aboutiſſent de part & d'autre aux deux pôles de l'aimant, comme on le peut voir par la *Figure* 24.

XIX. LEÇON.

RÉFLEXIONS.

IL eſt naturel de penſer, comme on l'a fait, que la limaille s'arrange ainſi, parce que chaque parcelle de fer eſt enfilée par une matiere fluide, qui vient d'un pôle de l'aimant pour rentrer par l'autre; car cette limaille ne s'arrange jamais ainſi qu'en préſence d'un aimant, & l'on ne peut pas dire que l'aimant opere cet arrangement par lui-même & immédiatement, puiſque cela ſe fait hors de lui & à une certaine diſtance.

Qualités de la matiere magnétique.

CETTE matiere, quelle qu'elle ſoit, eſt ſans doute très-ſubtile, puiſqu'elle agit au travers de tous les corps, comme on l'a vu ci-deſſus. Son mouvement doit être extrêmement rapide, & ſa détermination bien conſtante, puiſque les effets qui en réſultent ſe font en un inſtant, & que la flamme même n'eſt pas capable d'y faire obſtacle : nous devons croire auſſi qu'elle eſt toujours préſente autour de chaque aimant,

XIX. LEÇON.

en tout temps & en tout lieu, puiſque ſon action ſe manifeſte en toutes circonſtances.

La matiere magnétique, dont preſque perſonne ne conteſte l'exiſtence, eſt donc reconnue pour la cauſe prochaine des effets de l'aimant; c'eſt-là, comme je l'ai déja dit, le point de réunion pour tous les Phyſiciens; mais quelle eſt la nature de cette matiere, d'où vient-elle, comment agit-elle, & pourquoi ſon action ſe borne-t-elle au fer & à l'aimant? Voilà ce qui partage les eſprits, & ce qu'il eſt très-difficile de bien décider.

Opinions des Phyſiciens ſur l'action de cette matiere dans les phénomenes de l'Aimant.

DESCARTES, & après lui la plupart de ceux qui ont travaillé ſur cette matiere, ont penſé que le globe terreſtre eſt en grand ce qu'une pierre d'aimant eſt en petit; que d'un pôle du monde à l'autre, il ſe fait une circulation continuelle de ce fluide ſubtile, à qui l'on attribue tout ce qu'on obſerve de merveilleux dans le magnétiſme: que le fer & l'aimant étant apparemment les ſeuls corps diſpoſés à recevoir intérieurement cette matiere, elle

les dirige selon son courant par-tout où elle les rencontre, & que ne trouvant nulle part ailleurs un accès aussi libre, elle y rentre après en être sortie, & qu'elle forme autour d'eux un tourbillon qui a plus ou moins d'étendue & de force, selon les dispositions plus ou moins favorables de ces deux corps.

Par ce mouvement qu'on attribue à la matiere magnétique d'un pôle à l'autre de la terre, on prétend rendre raison de la direction de l'aimant ; & en effet, cette hypothese une fois admise, il semble d'abord qu'on apperçoive assez clairement pourquoi une aiguille aimantée se dirige au Nord, en la considérant comme un assemblage de petits canaux, qu'un fluide pénetre & aligne selon son courant : mais si l'on y réfléchit un peu, & que l'on en juge par comparaison avec les effets du même genre qui nous sont plus connus, on voit bientôt que cette explication souffre de grandes difficultés.

Qu'arriveroit-il, par exemple, si je plaçois dans la riviere une piece de bois suspendue en équilibre par

Difficultés contre ces opinions.

XIX. LEÇON.

le milieu de sa longueur ? Si cette piece de bois étoit percée d'un bout à l'autre, & qu'elle se trouvât d'abord alignée selon le fil de l'eau, je conçois bien qu'elle pourroit garder cette direction, à la faveur du fluide qui l'enfileroit ; mais si je la plaçois en travers du courant, & que le centre de son mouvement fût à égales distances de ses deux bouts, je ne vois pas qu'elle dût changer de position sans quelqu'accident ; car le courant ne l'enfileroit plus, puisque par supposition ce tuyau feroit des angles droits avec le fil de la riviere.

Supposons maintenant que cette piece de bois ne soit point percée, qu'elle soit impénétrable à l'eau ; il est certain que si sa longueur se trouve parallele à la direction du courant, l'eau qui coule de toutes parts le long de sa surface, lui fera constamment garder cette position, ou qu'elle la lui fera prendre même dans tous les cas, excepté celui où la piece de bois, posée en travers de la riviere, recevroit de part & d'autre du centre de son mouvement des impulsions égales de la part du courant.

Conséquemment

XIX. LEÇON.

Conséquemment à ces principes, qui sont inconteſtables, ſi l'aiguille aimantée ſe dirige du Nord au Sud, parce qu'un torrent de matiere l'enfile ſuivant cette direction, il ſemble qu'en la plaçant de maniere que ſes pointes regardaſſent l'Eſt & l'Oueſt, on devroit la mettre hors d'état de s'aligner ſuivant la direction naturelle de la matiere magnétique, comme le tuyau qu'on placeroit en travers de la riviere, y demeureroit en équilibre, n'étant plus enfilé par le courant. Cependant on ſait que cela n'arrive jamais; l'aimant ſe dirige conſtamment vers le Nord & vers le Sud, quelque poſition qu'on affecte de lui faire prendre.

Il ſuit encore de notre comparaiſon, que la matiere qui va d'un pôle à l'autre de la terre, devroit diriger une aiguille de cuivre ou d'argent, de même qu'elle dirige celle de fer & d'acier; car ſi ſon action ſe fait ſentir ſur ce dernier métal, parce qu'elle le pénétre facilement, comme on le dit, il ſemble qu'elle devroit auſſi mouvoir les autres, parce qu'elle ne les pénétre

XIX. LEÇON.

pas de même ; eſt-il néceſſaire que le vent pénétre dans l'intérieur d'une girouette pour la faire tourner, & la contenir dans la direction qu'il a ? ne ſuffit-il pas qu'il ſe coule le long d'elle de part & d'autre ? en un mot, ſi la matiere magnétique n'enfile que du fer aimanté, l'aiguille de cuivre paroît être dans le cas de notre piece de bois qui ne ſeroit point percée, & qui n'en ſeroit pas moins capable de ſe diriger ſuivant le fil de l'eau.

Une autre difficulté qui ſe préſente, c'eſt que l'aimant ne ſe dirige point toujours au vrai Nord & au vrai Sud ; la matiere magnétique ne va donc pas conſtamment d'un pôle du monde à l'autre. Pour rendre raiſon de cette eſpece d'irrégularité, il en coûteroit peu d'accorder à cette matiere des pôles un peu différents de ceux de notre globe. Mais cette déclinaiſon, comme l'on ſait, varie pour les temps & pour les lieux : l'hypotheſe ne peut donc ſubſiſter qu'en perdant beaucoup de ſa premiere ſimplicité, & de ſon mérite par conſéquent.

Selon M. Halley, cette terre que

nous habitons n'eſt qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant, qui en eſt comme le noyau : ce Savant prétendoit de plus que cet aimant a une révolution particuliere ſur lui-même, par laquelle ces pôles s'éloignent peu-à-peu de ceux du globe extérieur : c'eſt pour cette raiſon, diſoit-il, que les petits aimants & les aiguilles de bouſſoles déclinent de plus en plus du Nord à l'Oueſt, parce que le torrent qui les dirige a deux termes qui changent continuellement de poſition. C'eſt dommage que cette ingénieuſe penſée manque de preuve, & qu'on ne puiſſe la concilier avec les obſervations, ſans la charger encore de quelques ſuppoſitions ; car, comme la variation de la déclinaiſon n'eſt point uniforme, qu'elle eſt plus grande dans un temps, ou dans un pays que dans un autre, on eſt obligé d'attribuer au noyau d'aimant un mouvement irrégulier pour ſatisfaire à toutes ces variétés.

XIX. LEÇON.

C'eſt encore par cette matiere émanée de la terre ou de ſon noyau d'aimant, qu'on cherche à expliquer

XIX. LEÇON.

l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée ? ſi l'on jette les yeux ſur la *Figure* 25, on voit que l'aiguille *b*, en s'alignant ſuivant la direction du fluide qui environne l'aimant *NS*, incline auſſi une de ſes extrémités, & que cette inclinaiſon eſt d'autant plus grande, que l'aiguille ſe trouve placée plus près du pôle *N*.

Si les deux parties oppoſées de la terre qui ſervent de pôles à la matiere magnétique, n'étoient que de très-petits eſpaces, il eſt certain qu'il faudroit en approcher de fort près pour appercevoir l'inclinaiſon de l'aimant ; par-tout ailleurs le fluide magnétique auroit un mouvement parallele à la ſurface du globe, & l'aiguille qu'il enfileroit, paroîtroit toujours dans un plan horizontal ; mais il faut croire que cette émanation de matiere occupe une très-grande partie de chaque hémiſphere terreſtre, comme il eſt repréſenté par la *Figure* 25 ; de ſorte que ſon courant eſt preſque toujours incliné juſqu'aux environs de l'équateur.

Outre cette circulation d'un pôle à l'autre, qu'on attribue à la matiere

magnétique, & qu'on regarde comme la cauſe principale de la direction & de l'inclinaiſon de l'aimant, il ſemble qu'on doive encore ſuppoſer qu'elle ſe meut, ou qu'elle agit auſſi dans une direction perpendiculaire à la ſurface de la terre, en quelque lieu que ce ſoit. Sans cette ſuppoſition, il eſt aſſez difficile de rendre raiſon du fait que l'on va voir, & de ſes circonſtances.

IX. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SUR un petit guéridon de bois, élevé à une hauteur commode, on place une aiguille aimantée très-mobile ſur ſon pivot, comme on le voit par la *fig.* 26. On prend enſuite une verge de fer, ronde ou quarrée, de 7 à 8 lignes de diametre, & de deux ou trois pieds de longueur : on la tient dans une ſituation perpendiculaire à l'horizon ou à-peu-près, & l'on préſente d'abord le bout d'en-bas, & enſuite le bout d'en-haut à l'aiguille.

XIX. LEÇON.

EFFETS.

ON remarque assez constamment que le bout de la verge de fer qui est le plus élevé attire, & au contraire que celui qui est le plus abaissé, repousse la partie de l'aiguille qui se dirige au Nord, & que chacun des bouts de la verge de fer a des effets tout différents, s'il est présenté à l'autre partie de l'aiguille qui a coutume de se diriger au Sud.

RÉFLEXION.

UNE barre de fer devient donc tout d'un coup, & par la seule position verticale, un aimant qui a des pôles, puisque par ses deux extrémités elle exerce sur l'aiguille aimantée la même répulsion & la même attraction que nous avons remarquées ci-dessus entre deux aimants. Je dis, par la seule position ; car on n'y voit pas d'autre cause, quand on s'y prend doucement, pour élever & abaisser, sans secousses, la barre de fer, lorsqu'on veut présenter successivement & de suite ses deux extrémités au même bout de l'aiguille. Le fait est

même si marqué, qu'il n'est pas nécessaire absolument que la verge de fer soit dans une situation tout-à-fait verticale ; quand elle ne seroit qu'inclinée, pourvu qu'elle ait une de ses extrémités plus élevée que l'autre, cela suffit pour produire les effets dont je viens de faire mention.

Le tourbillon de matiere magnétique, que tout le monde admet autour de l'aimant, sert à rendre raison des autres effets ; c'est-à-dire, de l'attraction & de la communication.

L'aimant, dit-on, attire le fer quand il en est à une distance convenable ; c'est-à-dire, quand le fer est plongé dans cette matiere qui circule de l'un à l'autre de ses pôles : parce qu'alors l'effort que fait ce fluide pour rentrer dans la pierre, s'exerce contre le fer qu'il touche, & le porte contre le corps qui est comme le centre de sa circulation.

Il est vrai qu'on est comme forcé d'admettre cette cause en général, parce qu'on n'en apperçoit point d'autre ; mais quand on la compare avec ses effets, l'esprit se révolte, &

XIX. LEÇON.

ne conçoit qu'avec bien de la peine qu'il puisse venir tant de merveilles d'une source si peu féconde en apparence. Nous n'avons aucun exemple connu dans la nature qui nous amene à croire qu'un fluide si subtil, qui se fait si peu sentir d'ailleurs, puisse produire une adhérence de 60 ou 80 livres entre deux corps qu'il pénétre, dit-on, avec une extrême facilité : si la matiere magnétique traverse l'aimant & le fer avec autant d'aisance que le prétendent presque tous les Physiciens, pourquoi les attache-t-elle si fortement l'un à l'autre ; tandis qu'elle ne fait rien de semblable à l'égard du bois, du carton, du cuivre, du verre, &c. qu'elle pénétre aussi, comme on l'a vu précédemment ? Le fer & l'aimant seroient-ils donc, contre l'opinion commune, les seuls corps impénétrables à la matiere magnétique, comme un grand Physicien de nos jours (*a*) a été tenté de le croire ? ou bien y a-t-il dans ces deux minéraux une disposition

(*a*) M. de Réaumur, *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences*, 1730, *p.* 145.

particuliere qui faſſe valoir l'action de ce fluide ?

XIX. LEÇON.

Cette derniere conjecture paroît aſſez plauſible, ſur-tout quand on ſait qu'une pierre d'aimant perd quelquefois une grande partie de ſa vertu en tombant par terre, en ſe heurtant rudement, ou quand on l'expoſe à une chaleur violente : ſon affoibliſſement alors ne peut guere s'attribuer qu'à un changement d'ordre dans ſes parties, & à la diſpoſition nouvelle & déſavantageuſe que le choc ou le feu leur a fait prendre. Deux expériences & quelques obſervations que je vais rapporter, feront connoître évidemment que cette diſpoſition intérieure de l'aimant ſe trouve auſſi dans le fer aimanté, qu'on l'y peut faire naître, ou l'y augmenter quand on le veut.

X. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut prendre un gros fil-de-fer, comme de deux ou trois lignes de diametre, & de 12 à 15 pouces de longueur, le pincer dans un gros

XIX. LEÇON.

étau de Serrurier, ou le passer dans un trou que l'on aura fait dans une piece de fer un peu épaisse, pour le plier & replier à plusieurs fois, & en sens contraires d'un bout à l'autre, & enfin le casser à l'endroit où l'on finit cette opération.

EFFETS.

SI l'on présente le bout où le fil a été cassé, à la limaille de fer, il l'attire, & s'en charge comme pourroit faire une lame de couteau qui auroit été foiblement aimantée.

XI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

TENEZ d'une main la verge de fer que nous avons employée pour la IXe. Expérience, dans une situation verticale; frappez dessus d'un bout à l'autre légérement avec un marteau de fer, & attendez que le son & le frémissement des parties soient cassés. Voyez la *Figure* 27.

EFFETS.

1°. SI vous tenez ensuite cette

verge de fer dans une situation horizontale, & que vous présentiez à une aiguille aimantée, le bout *A* qui étoit le plus élevé, quand vous avez donné les coups de marteau, vous attirerez la partie de l'aiguille qui se dirige vers le Nord ; le bout opposé *B* fera un effet tout contraire. LEÇON. XIX.

2°. Lorsqu'on recommence l'expérience, en tenant en haut le bout *B*, pendant qu'on frappe ou qu'on secoue rudement la verge de fer, ce même bout attire ensuite la partie de l'aiguille qu'il repoussoit auparavant.

Ainsi l'on peut changer autant de fois qu'on le juge à propos, les propriétés de ces deux bouts *A* & *B*, en tenant en bas ou en haut, tandis que l'on bat la verge de fer, celui des deux que l'on veut qui attire ou repousse.

RÉFLEXIONS.

Ces deux dernieres expériences prouvent assez bien que l'agitation & les secousses changent quelque chose à la constitution intérieure du fer, & que ce changement, quel qu'il soit, fait prendre au métal la

XIX. LEÇON.

qualité de l'aimant : si l'on savoit en quoi consiste cette conversion, & ce qui constitue ce nouvel état qu'on fait prendre au fer, on toucheroit sans doute d'assez près à la premiere cause du magnétisme ; mais les signes extérieurs qui constatent le fait, ne nous apprennent point comment il est produit ; nous n'avons sur cela que des conjectures : voici celles qui m'ont paru les plus raisonnables.

Opinions de M. Dufay.

M. DUFAY, d'après Descartes, dont il a beaucoup simplifié les idées, croyoit que les pores du fer sont de petits canaux revêtus intérieurement de filaments très-déliés & mobiles, sur celle de leurs extrémités qui est adhérente ; de sorte qu'à la moindre secousse, au moindre choc, tous ces petits poils se renversent & se couchent, comme on le peut voir par la *figure* 28. Cette disposition rend les pores d'un accès facile par un côté seulement ; & quand la matiere magnétique se présente par la partie opposée, elle ne peut y passer, à moins qu'elle ne soit assez abondante & assez forte, pour re-

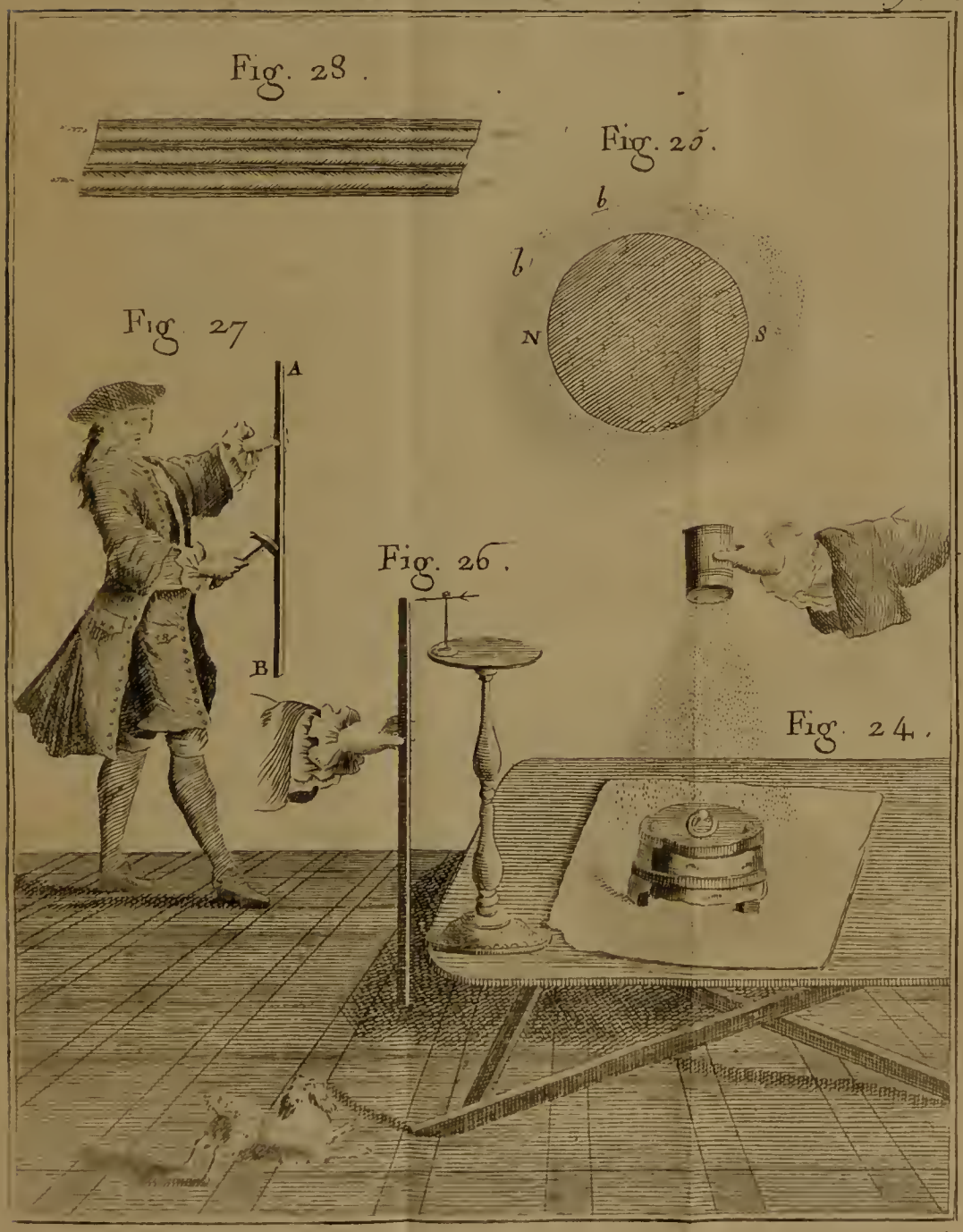


Fig. 28.
Fig. 25.
b
b'
N
S
Fig. 27
A
B
Fig. 26.
Fig. 24.

urner les petits poils métalliques ui lui préſentent leurs pointes. Voi- . pourquoi, diſoit-il, une verge de r ſecouée perpendiculairement, de- ient un aimant dont le pôle d'entrée ſt en haut, & le pôle de ſortie en as ; & quand une pierre d'aimant ommunique ſa vertu à une aiguille u à un couteau, c'eſt que le tor- ent de matiere magnétique qui en ort, couche d'un même côté tous es poils dont les pores ſont revêtus, t met cette lame en état d'être con- inuellement pénétrée comme une ierre d'aimant, par la circulation l'une ſemblable matiere. Voyez les Mémoires de l'Académie des Scien- es pour l'année 1730, *pag.* 142 & *ſuiv.* où M. Dufay applique ce ſyſ- ême à tous les phénomenes de 'aimant.

XIX. LEÇON.

M. DE RÉAUMUR conſidérant le fer comme un aimant imparfait, croyoit que ce métal renfermoit une infinité de petits tourbillons de matiere magnétique, auxquels il ne manquoit que de ſe joindre enſemble pour réunir leurs forces ; la ſecouſſe, les coups de marteau, les plis & les

Opinion de M. de Réaumur.

XIX. LEÇON.

replis que l'on fait au fer, ſont, ſelon lui, autant de moyens qui dégagent, pour ainſi dire, la matiere magnétique, & qui l'aident à prendre un courant réglé d'un bout à l'autre d'une lame ou d'une barre de fer : ce que les coups réitérés & ménagés avec deſſein, peuvent opérer foiblement, un torrent de matiere bien puiſſant, tel qu'il ſe trouve au pôle d'un aimant naturel, le fait bien plus sûrement. Voilà le fond du ſyſtême ; on en peut voir les applications plus détaillées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1730, *pag.* 145 & *ſuivantes.*

Soit qu'on adopte l'une ou l'autre de ces deux opinions, on peut expliquer aſſez heureuſement certains faits qui ont mérité l'attention des Savants.

La croix du clocher d'Aix & celle du clocher de Chartres, ſont devenues fameuſes, parce que leurs tiges, après avoir été deſcendues, ſe ſont trouvées naturellement aimantées, ayant des pôles bien marqués à leurs extrémités.

Tous les outils d'acier dont les Ouriers ſe ſervent pour couper & per- er le fer à froid, comme les ciſelets, s poinçons, les forets, &c. enlevent uſſi la limaille de fer par leurs pointes u tranchants.

Les pelles, les pincettes, & autres ıſtruments de fer que l'on a couıme de tenir debout, & que l'on net toujours aſſez rudement dans ette ſituation, donnent très-ſouvent es ſignes de magnétiſme, & l'on rétend que la foudre a quelquefois it prendre au fer la vertu de l'aiıant, comme il eſt arrivé auſſi qu'el: l'a fait prendre aux aiguilles de ouſſoles.

C'eſt que par ſucceſſion de temps ; par des ſecouſſes violentes, les laments intérieurs du fer ſe ſont ouchés tous du même ſens, & que ar cette diſpoſition uniforme des arties, les pores du métal laiſſent n paſſage plus libre & plus réglé à a matiere magnétique ; ou bien par es mêmes cauſes, les petits tourbilons particuliers de cette matiere ſe éuniſſent dans l'intérieur du fer, & cquierent une communication avec

celle du dehors, ce qui fait que la circulation devient libre.

XIX. LEÇON.

A propos des outils qui s'aimantent en coupant du fer, M. de Réaumur a soupçonné, avec beaucoup de vraisemblance, que cette vertu leur vient plutôt en coupant du fer, qu'en coupant toute autre matiere (fût-elle aussi dure.) Une des raisons qu'il en donne, c'est qu'il y a tout lieu de croire que ce métal est continuellement environné d'une atmosphere de matiere magnétique d'autant plus forte, que le morceau de fer est plus gros.

Cette conjecture est appuyée sur une belle expérience qui mérite d'être rapportée. Le fait est qu'un aimant naturel ou artificiel enleve une plus grande quantité de fer, lorsque ce fer est posé sur une enclume, que s'il étoit posé sur du bois ou sur de la pierre; & si l'enclume qui sert de support est plus grosse, l'aimant en paroît plus puissant, comme si le tourbillon de matiere magnétique, d'où dépend l'attraction, devenoit plus abondant par le voisinage d'une grosse masse de fer.

Je

Je termine ici ce que j'avois à dire au sujet de l'aimant : ceux de mes Lecteurs qui s'intéresseront particulierement à cette matiere, & qui desireront d'en savoir davantage, pourront lire les Ouvrages que j'ai cités dans le cours de cette Leçon, & y joindre la lecture de ceux-ci : Pieces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences en 1743 & 1746, sur la meilleure maniere de construire les bousoles d'inclinaison, & sur l'attraction de l'aimant avec le fer.

XIX. LEÇON.

XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

XX. LEÇON.

ON dit que l'Art eſt le ſinge de la Nature, parce qu'ordinairement ſon plus grand mérite eſt de la bien imiter. Mais par rapport aux phénomenes électriques, on peut dire qu'il a travaillé ſans modele, & qu'il nous a dévoilé des ſecrets, dont probablement nous n'aurions jamais eu connoiſſance ſans lui. En 1749 (*a*) j'oſai dire que le tonnerre & les éclairs qui ſont partie de ce formidable météore, n'étoient qu'une grande Electricité, ſemblable par ſon eſſence à celle que nous excitons dans nos laboratoires en frottant certaines ſubſtances : ma conjecture que j'avois rendue plauſible par des ob-

(*a*) Voyez mes Leçons de Phyſique, T. IV, pag. 314 & ſuiv.

XX. LEÇON.

ſervations aſſez concluantes, ſe vérifia trois ans après (*a*) : des expériences déciſives montrerent l'identité que j'avois annoncée ; & l'on apprit de plus qu'en certains temps il regne dans une portion conſidérable de notre atmoſphere, une cauſe qui produit tous les mêmes effets que nous connoiſſons depuis 30 ou 40 ans ſous le nom de *phénomenes électriques*.

Deux ſortes d'Electricités, naturelle & artificielle.

NOUS devons donc diſtinguer maintenant deux ſortes d'Electricités, différentes ſeulement par leur origine ou matiere de naître, & par la grandeur de leurs effets. Appelons *Electricité naturelle*, celle qui s'excite comme d'elle-même, & ſans notre participation dans l'atmoſphere terreſtre, par des cauſes juſqu'ici inconnues (*b*). Nommons *Electricité*

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1752, *p.* 233 *& ſuiv.*

(*b*) J'imagine que l'Electricité peut s'exciter dans notre atmoſphere par le frottement de deux courants d'air qui gliſſent l'un ſur l'autre, avec des directions oppoſées, ce qui arrive ordinairement dans le temps orageux ; & que cette vertu ſe communiquant aux nuages, les met en état d'étinceler & de fulminer contre

XX. LEÇON.

artificielle, celle que nous produisons à volonté par le frottement de certains corps, ou par quelque préparation particuliere, que le hasard, l'étude & l'expérience nous ont fait connoître. Ce sera principalement la derniere qui fera le sujet de notre Leçon : je ne parlerai de l'autre que par occasion, & quand j'y serai invité par des phénomenes qui pourront y avoir quelque rapport.

Quoique certains effets, que nous reconnoissons aujourd'hui pour appartenir à l'Electricité, aient été connus des Anciens, & qu'on en trouve quelques traces dans leurs écrits, ce qu'ils ont su de cette singuliere propriété des corps, ce qu'ils en ont dit, se réduit à si peu de choses, qu'on doit regarder les découvertes qu'on a faites dans cette partie de la Physique, comme l'ouvrage de nos jours : ce furent principalement les expériences de M. Grey, publiées en Angleterre, répétées & augmentées par M. Dufay, qui fixerent l'atten-

les objets terrestres quand ils en sont à une certaine proximité; mais ceci n'est qu'une pure conjecture que je hasarde par occasion.

tion des Physiciens sur cette nouvelle source de merveille, & qui firent de l'Electricité un sujet tellement à la mode, que tout le monde, jusqu'au peuple, voulut s'en instruire & s'en amuser. XX. LEÇON.

Comme j'ai traité un grand nombre de questions concernant l'Electricité, dans plusieurs Ouvrages (*a*) qui ont paru en différents temps, je me dispenserai d'entrer ici dans des détails & dans des discussions qui étendroient ces deux dernieres Leçons au-delà des bornes ordinaires : je n'y ferai entrer que ce que le sujet nous offre de plus intéressant & de plus certain ; mais je m'appliquerai particuliérement à faire connoître les rapports que les phénomenes ont entr'eux, ce qu'ils ont de commun, ce qui les distingue les uns des autres ; & je me flatte de faire voir

(*a*) Essai sur l'Electricité des Corps, imprimé en 1746, & réimprimé en 1754. Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electriques, 1749. Lettres sur l'Electricité, premier Tome, en 1753 ; second Tome, en 1760. Plusieurs Mémoires dans les Volumes de l'Académie des Sciences, depuis 1745 jusqu'à présent.

XX. LEÇON.

par cette méthode, que la multiplicité de faits que bien des gens se plaisent à étaler comme autant d'objets essentiellement différents, & par laquelle il semble qu'on cherche à effrayer ceux qui s'appliquent à la recherche des causes, n'est très-souvent qu'une vaine apparence produite par un appareil imposant, ou par quelque manipulation affectée.

Je divise mon sujet en trois Sections.

Dans la premiere, je parlerai de la nature de la vertu électrique, des moyens de la faire naître, & des signes par lesquels elle se manifeste.

Dans la seconde, j'exposerai par ordre ce que l'observation & l'expérience ont fait connoître de plus

Nota. Sur la nature, la qualité, les dimensions des instruments, lorsque je ne m'expliquerai pas d'une maniere assez détaillée, on pourra consulter la premiere Partie de mon Essai sur l'Electricité des Corps. C'est un petit Ouvrage que l'on peut se procurer aisément; j'éviterai par-là des descriptions qui tiendroient bien de la place, & qui seroient superflues pour le plus grand nombre de mes Lecteurs; n'y ayant presque personne aujourd'hui qui ne sache comment se font ces sortes d'expériences.

certain, & de-plus propre à nous éclairer sur la cause générale & commune des phénomenes électriques. XX. LEÇON.

Dans la troisieme, je ferai voir par un essai, qu'il est possible de rendre raison de tous les phénomenes de l'Electricité, en les rapportant à un premier fait bien prouvé, & bien constaté dans les deux Sections précédentes.

I. SECTION.

Sur la nature de la vertu électrique, sur les moyens de la faire naître, & sur les signes par lesquels elle se manifeste.

ARTICLE PREMIER.

Sur la nature de la Vertu Electrique.

IL n'est plus temps de regarder l'Electricité comme une vertu abstraite, comme un être métaphysique; les Physiciens mêmes qui ont un penchant & un goût déterminé

L'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, est l'effet d'une cause vraiment méchanique.

XX. LEÇON.

pour ces causes secretes, & qui affectent encore de désigner celle des phénomenes électriques par les expressions vagues & indéterminées de *pouvoirs* & de *puissances*, sont obligés de convenir qu'il y a ici un véritable méchanisme : leur conviction se décele par les efforts qu'ils font pour nous les dévoiler, & par la confiance avec laquelle ils nous assurent qu'ils l'ont apperçu. Ainsi, quand on dit maintenant qu'un corps électrisé attire & repousse d'autres corps, on convient unanimement que ces mots n'expriment que des apparences ; que les effets dont il s'agit, n'ont point pour cause efficiente & immédiate, la matiere propre du corps autour duquel on les apperçoit ; comme si ce corps, par une vertu intrinseque, agissoit hors de lui-même ; mais qu'ils sont produits par un autre agent, vraiment Physique, dont l'action se détermine & se modifie suivant l'état actuel du corps qu'on électrise.

Ce que nous savons sur ce sujet, peut se réduire à un petit nombre de propositions que l'expérience & l'observation nous ont dictées ; l'une

&

& l'autre seront mes garants dans l'exposé que j'en vais faire.

PREMIERE PROPOSITION.

L'Électricité est l'effet d'une matiere en mouvement, autour ou au-dedans du corps qu'on nomme électrisé.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

FROTTEZ un tube de verre suivant sa longueur avec la main nue, pourvu qu'elle soit seche, ou avec un morceau de papier gris que vous tiendrez appliqué sur le verre, & faites-le passer brusquement à une petite distance de votre visage.

EFFETS.

1°. VOUS sentirez des attouchements semblables à ceux des fils d'araignée que l'on rencontre flottants en l'air.

2°. En faisant glisser votre main, selon la longueur de ce tube, & fort près de lui, sans le toucher, vous entendrez un pétillement assez

XX. LEÇON.

semblable au bruit que fait un peigne fin, sur les dents duquel vous traînez le bout du doigt.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SUSPENDEZ avec des cordons de soie une barre de fer ou un tuyau de fer-blanc, qui aboutisse de fort près par l'une de ces extrémités à un globe de verre (*a*) : faites frotter l'équateur de ce globe sur la main de quelqu'un ou sur un coussinet, en le faisant tourner rapidement sur ses deux pôles, par quelque moyen que ce soit.

EFFETS.

1°. SI vous faites passer le revers de votre main *A* & *B*, *Fig.* 1, le long de cette barre ou de ce tuyau de fer, à une petite distance de sa surface, tandis qu'on continue de frotter le globe,

(*a*) Tous les corps qu'on électrise ainsi, se nomment *Conducteurs* ; & c'est la même chose qu'ils aboutissent eux-mêmes au globe de verre, ou qu'on les y fasse communiquer par une chaîne de métal, ou par tout autre corps électrisable par communication.

vous ſentirez ſur la peau une légere impreſſion, à-peu-près ſemblable à celle que pourroit faire de la laine détirée, ou du coton bien cardé. XX. LEÇON.

2°. Si vous approchez le bout du doigt *C* de cette même barre à une diſtance de 5 à 6 lignes, vous éprouverez une piquûre très-ſenſible.

3°. Cette piquûre ſera accompagnée d'un petit éclat pareil à celui d'un grain de ſel commun qui décrépite dans le feu.

4°. Si vous faites cette expérience & la précédente dans un lieu où il n'y ait point de lumiere, vous obſerverez que les pétillements ou piquûres qu'on éprouve en approchant la main de la ſurface du verre, ou de celle de la barre de fer, ſont accompagnés ou ſuivis d'étincelles très-brillantes, & par conſéquent très-ſenſibles à la vue.

5°. Enfin, vous remarquerez encore dans l'obſcurité une très-belle aigrette de rayons lumineux, bruyants & animés d'un mouvement progreſſif, au bout *D* de la barre de fer le plus reculé du globe, & quelquefois à tous les deux. Et ſi vous en ap-

XX. LEÇON.

prochez le visage à 5 ou 6 pouces de distance, vous sentirez une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine.

RÉFLEXIONS.

LES effets dont on vient de faire mention ne sont point produits immédiatement par le corps électrisé, puisqu'ils se passent hors de lui; on ne peut donc pas se dispenser de les attribuer à cet être, quel qu'il soit, qui touche, qui heurte, qui pique jusqu'à causer de la douleur; à cet être, qui se fait entendre, qui frappe la vue & l'odorat. Or il ne convient qu'à la matiere, & à la matiere en mouvement, de faire sur nous de telles impressions; & comme dans tous les phénomenes de ce genre, ce même agent nous donne des indices très-certains de sa présence & de son action; on peut conclure en toute sûreté, & en général, que tout corps électrisé a autour de lui une matiere en mouvement, qui est la cause immédiate de tous les effets que nous y appercevons.

Matiere électrique. Son existence prouvée par les Expériences précédentes.

C'EST cette matiere que l'on nom-

me communément *matiere* ou *fluide électrique*, & sur l'existence de laquelle on est parfaitement d'accord : on ne l'est pas tout-à-fait de même sur son essence, sur ses propriétés, sur sa maniere d'agir.

XX LEÇON.

Quelques Physiciens ont pensé que ce fluide pourroit bien être la substance même du corps électrisé, atténuée, subtilisée, & poussée au-dehors par le frottement, par la chaleur, ou par les autres moyens qu'on emploie pour produire l'Electricité. Mais l'expérience a toujours fait voir que les corps, pour la plupart, peuvent être électrisés autant & aussi long-temps qu'on le veut, sans souffrir aucun déchet sensible ; ce qui ne pourroit être, si les émanations électriques se faisoient à leurs dépens. S'il y en a dont le poids diminue par l'électrisation, il est aisé de reconnoître que ce qu'ils perdent de leur propre fonds, n'est point ce qui produit l'électricité : l'eau, par exemple, quand on l'électrise, s'évapore en plus grande quantité, qu'elle ne le feroit, si on la laissoit dans son état naturel ; mais

XX. LEÇON. les étincelles qu'on fait briller alors à sa surface, peuvent-elles être attribuées à une vapeur aqueuse (*a*) ?

Ce n'est point l'air de l'atmosphere.

D'autres ont imaginé que cette matiere pourroit bien être l'air même qui entoure le corps qu'on électrise. Pourquoi, disent-ils, ce fluide ne reçoit-il pas de ce corps qu'il touche une modification propre à lui faire produire les phénomenes de l'électricité, comme il reçoit d'un corps sonore, celle qui le met en état de transmettre les sons ?

On peut dire, contre cette opinion, 1°. que l'Electricité a ses effets dans le vuide de Boyle, c'est-à-dire, dans un espace où il n'y a, pour ainsi dire, plus d'air : il est vrai que certains phénomenes réussissent moins bien dans le vuide que dans le plein air ; mais il en est d'autres qui le souffrent, & même qui l'exigent, comme nous le ferons voir par la suite ; on verra pareillement

(*a*) Le lecteur qui souhaitera de plus grands détails sur ce sujet, en trouvera, *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1747... *pag.* 234 : &, *Recherches sur les Causes particulieres des Phénomenes Electriques*, *pag.* 323 *& suiv.*

que ceux à qui la préſence de l'air eſt favorable, ne dépendent point de lui eſſentiellement. On peut ajouter, 2°. que la matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air : elle paſſe à travers certains corps qui ſont abſolument imperméables à ce fluide : elle a une odeur, & il n'en a pas ; elle devient lumineuſe, elle s'enflamme, elle brûle ; l'air ne fait rien de tout cela. 3°. Enfin la matiere électrique tranſmet ſes mouvements avec une rapidité & une vîteſſe, à laquelle celle du ſon même n'eſt pas comparable.

XX. LEÇON.

TOUS ceux qui ont étudié l'Electricité par eux-mêmes, & qui ont réfléchi ſur ſes effets, s'accordent à dire aujourd'hui que la matiere électrique eſt ce même élément qui eſt préſent par-tout, au dedans comme au dehors des corps que l'on connoît ſous le nom de *feu élémentaire*, & à qui l'on attribue la double propriété d'éclairer & d'enflammer : ou que ſi ce n'eſt pas lui-même, elle lui reſſemble plus qu'à toute autre matiere.

Il y a toute apparence que c'eſt le feu élémentaire.

Ils conviennent encore entr'eux

XX. LEÇON.

que ce fluide eſt extrêmement élaſtique, parce que cela paroît indiqué par la propagation rapide de ſes mouvements, & par l'énergie de ſon action ; mais quelques-uns, par convenance pour leurs ſyſtêmes, le ſuppoſent aſſez flexible pour être reſſerré & condenſé dans les corps, par certains moyens ; & aſſez extenſible pour ſe raréfier de lui-même dans les eſpaces où il ceſſe d'être contenu ou arrêté : ce qu'il n'eſt pas aiſé de concilier avec l'idée d'une matiere qui reſſemble à celle de la lumiere & du feu. Conſultons l'expérience pour ſavoir à quoi nous devons nous en tenir ſur ces opinions.

SECONDE PROPOSITION.

Il eſt très probable que la matiere électrique eſt la même que celle du feu & de la lumiere.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATIONS.

PRÉPAREZ une barre ou un tuyau de fer comme dans la ſeconde ex-

périence : faites en sorte que son extrémité la plus reculée du globe, aboutisse dans un vaisseau de verre purgé d'air & que le lieu où vous ferez cette expérience soit privé de lumiere.

Pour introduire dans le vuide l'Electricité de la verge de fer, qui sert de Conducteur, on peut y suspendre une espece de matras à deux goulots, un peu oblong, garni par un bout d'un robinet pour l'appliquer à la machine pneumatique, & par l'autre bout d'un gros fil de fer, dont la longueur soit moitié dedans, moitié dehors, cimenté au goulot & terminé par une boucle, ou par un crochet pour le suspendre. Voyez la *Figure* 2, où ce matras est représenté en *E*.

EFFETS.

SI vous portez la main *F* au robinet de métal qui tient à l'un des goulots du matras purgé d'air, ou que vous approchiez vos doigts *G* de la surface du verre, tandis qu'on électrise le Conducteur : vous verrez dans l'intérieur du vaisseau plusieurs

XX. LEÇON.

jets d'une matiere très-lumineuſe ; & ſi vous le touchez, vous appercevrez une pareille matiere qui ſe répand dans ſon épaiſſeur, à peu-près comme une huile imprégnée de phoſphore.

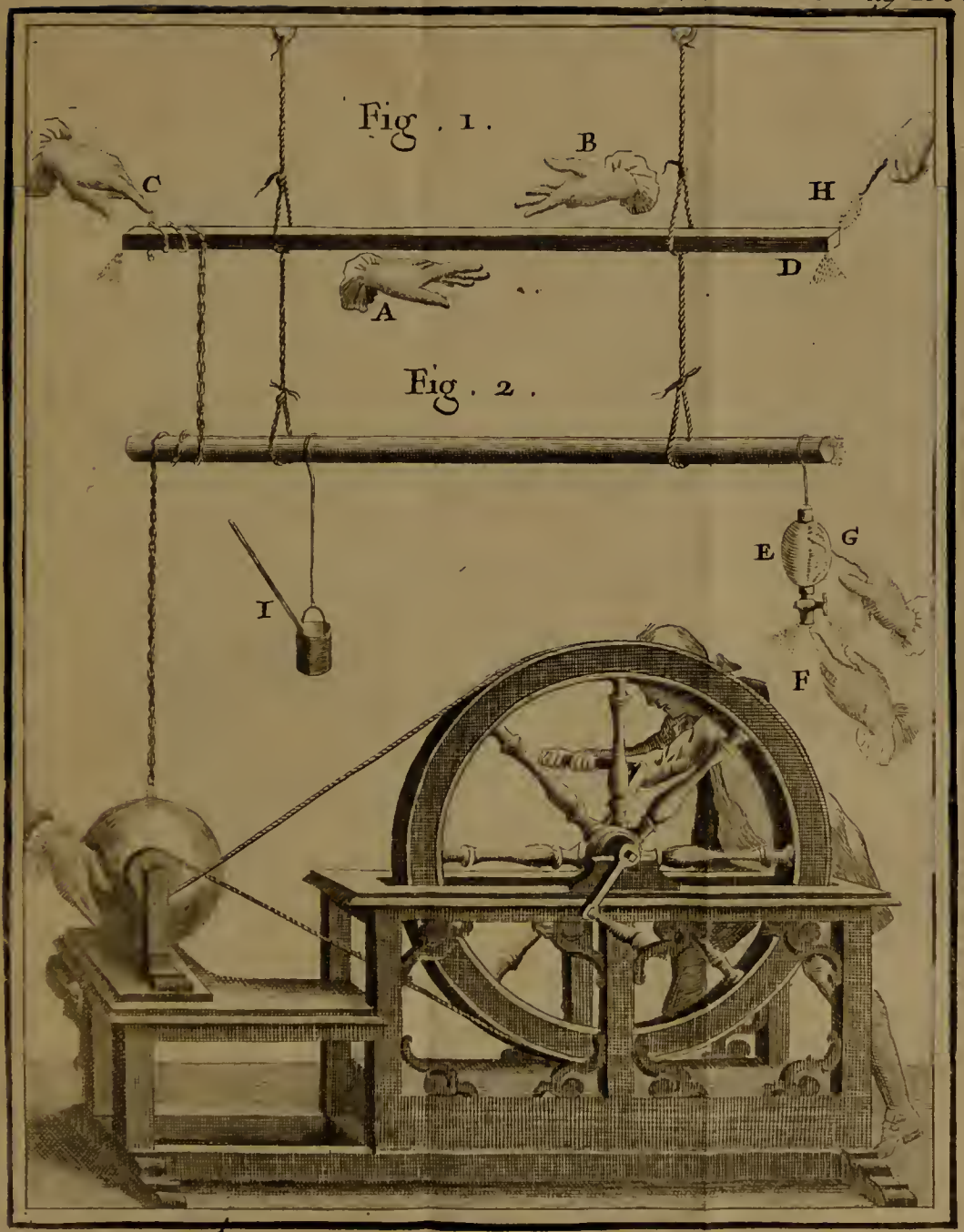
IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ encore une barre de fer, ſemblable à celle de la ſeconde expérience, ou plutôt une tringle de lit, dont le bout le plus reculé du globe, ſoit un peu arrondi : préſentez le doigt à cette partie comme pour en tirer une étincelle, & placez entre l'un & l'autre le lumignon d'une chandelle nouvellement éteinte. Voyez la *Figure* 3.

EFFETS.

SI lorſque l'étincelle éclate, le trait de matiere électrique traverſe le jet de fumée qui ſort du lumignon, vous verrez preſque toujours la chandelle ſe rallumer.



Gobin del et Sculp.

XX. LEÇON.

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

FAITES chauffer sur des charbons ardents une cuiller d'argent ou de quelqu'autre métal, remplie aux trois quarts de bon esprit-de-vin, & présentez-la au conducteur des expériences précédentes, lequel pour cet effet doit être un peu recourbé en en-bas; ou bien on peut y suspendre un gros fil de fer terminé par en-bas en anneau fort alongé *A*, (*fig.* 3).

EFFETS.

DÈS que la liqueur sera à quelques lignes de distance du métal électrisé, vous la verrez immanquablement s'enflammer par les étincelles qui éclateront entre l'une l'autre.

RÉFLEXIONS.

LA matiere qu'on voit briller dans ces trois dernieres expériences, & qu'on appercevra encore sous différentes formes dans bien d'autres cas dont nous aurons occasion de parler, est certainement la matiere

XX. LEÇON.

électrique, puisqu'elle ne se montre ainsi que quand on la met en jeu par l'électrisation, & qu'elle disparoît quand l'Électricité cesse ; or cette matiere luit & éclaire comme celle qui nous fait voir les objets ; elle brûle & enflamme comme celle qui produit le feu ou l'embrasement des corps combustibles. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes : ainsi, d'après les expériences qu'on vient de voir, on peut conclure avec beaucoup de vraisemblance que ce fluide, reconnu par les Physiciens sous le nom de *Feu élémentaire*, & à qui ils attribuent la propriété de produire la *lumiere*, est aussi celui que la nature emploie pour tous les phénomenes électriques.

L'observation vient ici à l'appui de l'expérience, & nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumiere & l'Électricité dépendent du même principe, & ne sont que trois modifications différentes du même être ; ce qui est d'ailleurs on ne peut pas plus conforme à cette sage économie qu'on voit régner

dans l'univers, où les causes physiques sont employées avec épargne, & les effets multipliés avec magnificence. XX. LEÇON.

1°. LE feu n'agit pas de lui-même & sans être excité : les corps qui en contiennent le plus, ou qui ont le plus de disposition à se prêter à son action, les huiles, les esprits & les vapeurs qu'on nomme *Inflammables*, les phosphores ne s'embrasent point d'eux-mêmes ; il faut que quelque cause particuliere développe ou excite le principe d'inflammation qui est en eux. Mais de tous les moyens propres à animer ce principe, il n'en est pas de plus efficace, ni de plus prompt que celui-là même qui fait naître primitivement l'Electricité : les corps deviennent électriques de la même maniere qu'on les rend chauds ; en les frottant, on fait l'un & l'autre. Ils peuvent être électrisés par communication, comme un corps peut être embrasé par un autre qui l'a été avant lui ; mais il faut toujours que celui de qui ils tiennent leur vertu, ait été frotté, à peu-près comme la flamme qui con-

Analogie du feu élementaire avec la matiere électrique.

XX. LEÇON.

sume une bougie, vient originairement d'une étincelle que le frottement ou la collision a fait naître.

2°. Quand on frotte un corps pour l'échauffer, la chaleur pour l'ordinaire naît d'autant plus vîte, & devient d'autant plus grande, que ce corps est plus dense, ou que ses parties sont plus élastiques; le plomb s'échauffe foiblement sous la lime & sous le marteau; mais le fer & l'acier y deviennent brûlants, parce qu'ils ont plus de ressort que les autres métaux. On peut remarquer aussi que les corps capables de devenir électriques par frottement, acquierent cet état d'autant plus vîte, & dans un degré d'autant plus éminent, que leurs parties sont plus roides, & plus propres à une vive réaction. La cire blanche de bougie, par exemple, qui devient un peu électrique pendant le grand froid, ne l'est point du tout quand on l'éprouve par un temps & dans un lieu chaud. La cire d'Espagne le devient davantage en tout temps; mais elle ne l'est jamais autant que le soufre & l'ambre qui peuvent être frottés

plus fortement & plus long-temps, ſans que leurs parties s'amolliſſent & perdent leur reſſort. N'eſt-ce point auſſi cette derniere raiſon, que le verre frotté devient plus électrique qu'aucune autre matiere connue ?

3°. L'action du feu ſemble s'étendre davantage, & avec plus de facilité, dans les métaux que dans toute autre eſpece de corps ſolide ; car ſi l'on tient par un bout une verge de fer, de cuivre, d'argent, &c. de médiocre longueur, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur ſe communique bientôt juſqu'à la main : on n'apperçoit pas la même choſe avec une regle de bois, un tuyau de pipe, un tube de verre, une plaque de marbre ou de pierre. Je ne m'arrête point à chercher ici la raiſon de cette différence ; mais j'obſerve ſeulement que l'Electricité, comme la chaleur, s'étend facilement dans les métaux, & dans tout ce qui en contient beaucoup. Si j'électriſe, par exemple, une barre de métal, & en même temps avec les mêmes ſoins, tel autre corps que ce ſoit, tant du regne végétal, que du regne

XX. LEÇON.

minéral qui ne soit point métallique ; jamais je n'apperçois autant d'Electricité dans celui-ci que dans l'autre.

4°. Le feu qui ne trouve pas d'obstacle, qui est dégagé de toute matiere étrangere (je parle du feu élémentaire, & j'excepte les cas où ses rayons sont condensés par reflexion, par réfraction ou autrement,) le feu, dis-je, qui cede au premier degré de mouvement qu'on lui imprime, se dissipe sans chaleur sensible, & ne produit que de la lumiere ; mais quand son effort est retardé, & qu'il trouve de l'opposition, il croît de plus en plus par la force qui continue de l'animer ; & s'il vient à rompre ce qui le retient, semblable à la bombe qui éclate, il s'arme, pour ainsi dire, des parties de la matiere qu'il a divisée ; il heurte avec violence les corps qui sont exposés à son choc, & à travers desquels il passeroit librement & sans effet, s'il étoit seul ; ce principe est prouvé par une infinité de phénomenes familiers, dont on trouvera des exemples dans notre XIIIe Leçon, Tome IV.

On

XX. LEÇON.

On voit auſſi quelque choſe de ſemblable dans l'Electricité : ſi j'électriſe extérieurement, ſoit en frottant, ſoit autrement, un globe ou tout autre vaiſſeau de verre qui ſoit vuide d'air, & purgé par conſéquent de vapeurs dont ce fluide eſt toujours chargé ; je n'apperçois au-dedans qu'une lumiere diffuſe, à peu-près comme celle des éclairs, que la grande chaleur fait naître par un temps ſerein : cette Electricité intérieure ne ſe manifeſte plus comme d'ordinaire, par des pétillements, de petits éclats, des étincelles ; apparemment parce que le vaiſſeau purgé d'air ne contient plus qu'un feu élémentaire, dégagé de toute ſubſtance étrangere : ce fluide, au moindre mouvement qu'on lui communique, s'enflamme ſans effort, mais auſſi ſans autre effet que celui de luire dans l'obſcurité.

5°. La matiere du feu faiſant fonction de lumiere ſe meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps denſe, que dans un milieu plus rare ; plus librement, par exemple, dans l'eau que dans l'air, & encore

XX. LEÇON.

plus dans le verre que dans l'eau ; c'eſt au moins une conſéquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit ſuivre communément dans ſes réfractions ; la matiere électrique paroît affecter auſſi de ſe mouvoir le plus long-temps, & le plus loin qu'il eſt poſſible dans le corps ſolide qui eſt électriſé, comme ſi l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable : il en ſort plus par les extrémités & par les angles ſaillants d'une barre de fer, que de tout autre endroit de cette même barre ; c'eſt à ces angles qu'elle ſe manifeſte davantage, comme il eſt aiſé d'en juger par les émanations lumineuſes ; & ſi l'on électriſoit pluſieurs barres ſemblables, qui fuſſent ſuſpendues bout à bout, l'Electricité paſſeroit infailliblement de l'une à l'autre, & s'étendroit incomparablement plus loin qu'elle ne peut faire dans l'air, lorſqu'une fois elle a quitté le corps d'où elle part.

6°. Le mouvement de la lumiere ſe tranſmet en un inſtant à de grandes diſtances, ſoit qu'elle vienne directement de ſa ſource, ſoit qu'on

la réfléchisse ou qu'on la réfracte : l'expérience nous fera voir aussi dans tout le cours de cette Leçon, que l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle, parcourt en un clin d'œil un espace très-considérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à transmettre son action.

7°. Enfin l'Electricité, comme le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec & fort dense ; & au contraire pendant les grandes chaleurs, & lorsqu'il fait humide, il arrive rarement que ces sortes d'expériences réussissent bien. On a observé que l'humidité est plus à craindre pour les corps qu'on veut électriser par frottement, que pour ceux à qui l'on veut seulement communiquer l'Electricité ; une corde mouillée, par exemple, transmet fort bien cette vertu ; mais un tube de verre ne donne presque qu'aucun signe d'Electricité, quand on le frotte avec un corps ou dans un air qui n'est pas bien sec. C'est en quoi j'apperçois encore une certaine analogie avec le feu ; car l'embrasement, ainsi

XX. LEÇON.

que l'Electricité, ne naît point dans des matieres fort humide ; mais s'il eſt excité d'ailleurs, la chaleur qui en eſt l'effet, s'y communique aiſément.

On peut donc ſuppoſer, en conſidérant toutes ces analogies, que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomenes, eſt la même que celle du feu & de la lumiere : une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embraſe les corps & qui nous fait voir les objets, ſeroit-elle autre choſe que du feu, autre choſe que la lumiere même ?

Cependant on ne peut pas dire que la matiere électrique ſoit purement & ſimplement l'élément du feu dépouillé de toute autre ſubſtance ; l'odeur qu'elle fait ſentir, ſemble prouver que cela n'eſt pas. On peut ajouter que quand cette matiere s'enflamme, elle paroît ſous différentes couleurs, tantôt d'un brillant éclatant, tantôt violette ou purpurine, ſelon la nature des corps d'où elle ſort, & ſelon l'état actuel des milieux où elle eſt reçue.

IL me paroît donc très-probable que la matiere électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumiere, eſt unie à certaines parties du corps électriſant ou du corps électriſé, ou du milieu par lequel elle a paſſé.

TROISIEME PROPOSITION.

Pour l'Electricité, comme pour la Lumiere, tous les corps ne ſont pas également perméables.

VI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

AU lieu de la barre de fer employée dans la ſeconde expérience, eſſayez d'électriſer un long bâton de cire d'Eſpagne ou de ſoufre, une longue bougie ou un cierge de cire blanche qui n'ait point de meche, un tube de verre, &c.

EFFETS.

VOUS ne verrez pas ſortir de ces corps, comme du métal, ces belles aigrettes lumineuſes dont nous avons fait mention ; vous ne ſentirez pas

XX LEÇON.

autour deux ces écoulements qui touchent la peau comme un souffle léger, ou comme des toiles d'araignée : quand vous en approcherez le doigt, vous n'exciterez pas ces étincelles vives & brillantes ; à peine appercevrez-vous à leur surface une petite lueur morne & rampante qui ne se fera pas sentir sur la peau.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

METTEZ des fragments de feuilles d'or, ou des petites plumes dans un vase de verre, dont l'ouverture soit large ; couvrez-le d'une plaque qui ait 3 à 4 lignes d'épaisseur, de résine, de soufre, de cire d'Espagne, de cire blanche dont on fait la bougie, & généralement de toute matiere grasse ou résineuse ; présentez au-dessus un tube nouvellement frotté.

EFFETS.

A peine appercevrez-vous quelques légers mouvements aux petites feuilles que vous aurez mises au fond du vase : au lieu qu'elles seroient vive-

ment agitées, si le vase étoit couvert de bois, de carton, de métal, &c.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

RÉPÉTEZ la seconde expérience dans un lieu privé de lumiere, & présentez le bout de votre doigt, ou quelque morceau de métal, à l'aigrette lumineuse que vous verrez briller au bout de la barre de fer électrisée.

EFFETS.

VOUS pourrez remarquer que les rayons enflammés de l'aigrette *H*, (*fig.* 1.) devenant bien moins divergents qu'ils ne le sont naturellement, se courberont & se plieront comme pour embrasser votre doigt, y trouvant sans doute une entrée plus libre que dans l'air même de l'atmosphere.

RÉFLEXIONS.

NOUS nous contentons pour le présent de rapporter ces trois expé-

XX. LEÇON.

riences, pour prouver notre derniere proposition ; nous aurons occasion d'en faire connoître beaucoup d'autres qui concourent à établir avec celles-ci : 1°. que la matiere électrique ne pénétre pas tous les corps indistinctement avec la même facilité : 2°. que les matieres sulfureuses, grasses & résineuses, les gommes, la cire, la soie, &c. ne la reçoivent & ne la transmettent que peu ou point du tout : 3°. que la matiere électrique pénétre plus aisément, & se meut avec plus de liberté dans les métaux, dans les corps animés, dans l'eau, &c. que dans l'air de l'atmosphere, quoique ce dernier fluide ait peu de densité.

QUATRIEME PROPOSITION.

L'Electricité ne dilate point les corps & n'augmente point leurs dimensions ou leur volume, comme la chaleur.

IX. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ fortement un thermometre de mercure, dont la boule sera plongée

plongée dans un petit vaſe de métal, plein d'eau, & ſuſpendu avec un fil de fer à la barre de la ſeconde expérience, comme en *I*, (*fig.* 2).

EFFETS.

QUELQUE ſenſible que ſoit le thermometre, & quelque forte que ſoit l'Electricité, on ne voit jamais le mercure s'élever de la plus petite quantité dans le tube.

RÉFLEXION.

SI l'Electricité dilatoit les corps; on s'en appercevroit ſans doute dans le cas dont il s'agit: le tube du thermometre étant capillaire, pour peu qu'il y eût d'augmentation au volume de mercure contenu dans la boule, on verroit un effet ſemblable à celui que produit une augmentation de chaleur. Puiſque cela n'arrive pas, on peut conclure en toute ſûreté ce que j'ai énoncé dans la propoſition.

Je ſais bien que quelques Auteurs ont prétendu avoir vu monter la liqueur dans des thermometres électriſés; mais j'ai tant de fois répété cette épreuve, & j'y ai apporté tant

XIX. LEÇON.

de soins & de précautions, que j'ose assurer que cet effet, si on l'a vu, ne venoit point de l'Electricité, mais de quelque degré de chaleur communiqué par inadvertance au thermometre.

Il pourroit bien se faire aussi que les corps qu'on électrise en frottant, augmentassent un peu de volume; mais c'est qu'alors on les échauffe en même temps qu'on les électrise; & la vertu électrique, sans y contribuer, n'empêche pas que la chaleur n'ait son effet ordinaire, qui est de dilater les corps.

Il me reste encore bien des choses à dire sur les propriétés de la matiere électrique, sur sa maniere d'être dans les corps, sur les mouvements qu'elle affecte, ou dont elle est susceptible; mais je me ferai mieux entendre sur tout cela, quand j'aurai exposé les phénomenes qui sont comme la base du sujet que je traite, & que j'aurai instruit le Lecteur des procédés, & des circonstances dont ces effets dépendent; ainsi je réserve pour la IIIe Section, ce qui me reste à ajouter ici.

ARTICLE SECOND.

XX. LEÇON.

Sur les moyens d'exciter, ou de faire naître la vertu électrique.

La matiere électrique réside dans tous les corps, & dans l'air même qui les entoure ; mais sa présence seule ne suffit pas pour faire ce qu'on nomme *Electricité ;* il faut pour cela qu'elle soit excitée d'une certaine façon, & qu'elle reçoive le mouvement qui constitue essentiellement cette vertu ; prendre ces deux choses indistinctement l'une pour l'autre, comme font bien des gens, c'est confondre le sujet avec ses modifications ; c'est à-peu-près comme si l'on prétendoit qu'il y a des sons par-tout, quand il y a de l'air ; c'est comme si l'on disoit qu'il y a chaleur & lumiere par-tout où se trouve l'élément qui est capable de produire l'un & l'autre effet.

La matiere électrique, sans mouvement, n'est point l'Electricité.

C'EST en frottant la superficie des corps, qu'on s'est apperçu que la plupart d'entr'eux étoient *électriques*, c'est-à-dire, qu'ils avoient

Origine du mot *Electricité.*

XX. LEÇON.

quelque chose de commun avec l'ambre, espece de bitume, que les Grecs nommoient ἤλεκτρον, & les Latins *Electrum*. Si nous avions exprimé cette ressemblance par le mot François *ambré*, on n'auroit pas manqué de l'entendre de la couleur, ou de l'odeur qui est naturelle à l'ambre : ce qu'il falloit désigner, c'étoit cette propriété qu'on lui connoît depuis longtemps d'attirer les pailles & autres corps légers qui sont à sa portée, quand on l'a frotté sur la main ou sur quelque étoffe.

Diverses façons d'exciter la vertu électrique ; le frottement est la premiere de toutes.

LES Physiciens qui se sont appliqués les premiers à la recherche des corps électriques, n'ont employé que le frottement pour faire leurs épreuves : d'autres après eux y ont joint quelques degrés de chaleur préparatoires ; & enfin l'on a essayé d'électriser simplement en chauffant.

On a cherché aussi quelles étoient les matieres les plus propres à frotter efficacement ; cela nous a valu des connoissances certaines dont je rendrai compte, & aussi quelques opinions contestées qui méritent qu'on les examine.

XX. LEÇON.

Il s'eſt trouvé bien des matieres qui n'ont pu être frottées, faute de conſiſtance ; & d'autres qui pouvant l'être, n'ont jamais montré aucune marque d'Electricité : mais ce que le frottement n'a pu faire ſur celles-ci, on l'a obtenu par un autre moyen qui a prodigieuſement étendu le regne électrique : de toutes les épreuves qui ont été faites, tant de l'une que de l'autre maniere, en différents temps, en différents lieux, & par diverſes perſonnes, il a réſulté ce que je vais expoſer dans les propoſitions ſuivantes.

PREMIERE PROPOSITION.

De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

FROTTEZ ſucceſſivement ſur quelque étoffe de laine, ſur du papier gris, ou ſur la main nue, ſi elle eſt

bien seche, tous les corps solides
XX. que vous serez à même d'éprouver;
LEÇON. & après avoir frotté chacun d'eux, présentez-le à quelques pouces de distance, au-dessus d'une assiette de métal, ou d'une feuille de fer-blanc couverte d'une légere couche de son de farine, ou à pareille distance, vis-à-vis d'un fil de soie ou de lin, suspendu librement dans un air calme; & vous verrez immanquablement ce qui suit.

EFFETS.

1°. PRESQUE tous les corps qui auront été ainsi frottés, attireront à eux le son de farine, ou tout autre corps léger qui sera à portée d'eux.

2°. Tous n'acquerront point par le même frottement, & dans les mêmes circonstances, un égal degré d'Electricité; car vous observerez, en réitérant les épreuves, que le verre agit plus fortement, de plus loin, & plus long-temps que le soufre & la cire d'Espagne; & que ces deux dernieres substances auront toujours plus de vertu que la cire blanche dont on fait la bougie, plus que la résine,

la poix, &c ; & qu'enfin la plupart des bois, les os des animaux, les pierres opaques en auront ordinairement moins que toutes les autres matieres. XX. LEÇON.

3°. Aucun métal ne deviendra jamais électrique par le frottement, non plus que les corps animés : je dis les corps animés, & non pas les matieres animales ; car celles-ci, comme les cheveux, les poils, les os, la corne, la soie, &c. s'électrisent fort bien quand on les frotte.

SECONDE PROPOSITION.

Un degré de chaleur, qui n'est point capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriser par le frottement.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Il y a certains temps dans lesquels on a peine à électriser les tubes & les globes de verre en les frottant ; il y a aussi certains corps, tels que les os, les bois tendres, les pierres opaques qui donnent à peine quelques

XX. LEÇON.

légers signes d'Electricité après le plus rude frottement : passez le verre seulement deux ou trois fois au-dessus d'un réchaud plein de charbons bien allumés, & chauffez fortement les autres corps, de sorte qu'ils commencent à se roussir.

EFFETS.

ALORS tous ces corps s'électriseront bien plus aisément, & montreront une vertu plus forte & plus durable, que celle qu'ils ont coutume d'avoir quand on ne les chauffe pas avant de les frotter.

OBSERVATIONS.

Les métaux ne s'électrisent point par le frottement.

IL paroît donc, par les résultats de la premiere expérience, qu'à l'exception des métaux & des corps vivants, toutes les autres substances peuvent s'électriser plus ou moins, quand on les peut frotter : mais il est certain que de toutes celles qu'on a éprouvées jusqu'à présent, il n'en est aucune qui ait paru aussi propre que le verre, à produire les phénomenes électriques ; non-seulement parce qu'il possede dans un degré éminent

la propriété de s'électriser ; mais encore parce qu'étant susceptible de recevoir toutes sortes de formes, il nous fournit des instruments commodes, & très-convenables aux expériences de ce genre.

Toutes sortes de verres ne s'électrisent pas également bien.

Ce n'est pas cependant que toutes les especes de verre soient également électrisables : il y en a qui ne le sont point du tout, ou qui ne le sont presque point ; tel est, par exemple, celui dont on fait les glaces à Saint-Gobin en Picardie ; je l'ai mis cent fois à l'épreuve, en forme plate, en forme de tube, en forme de globe, & dans toutes sortes de temps ; à peine en ai-je pu tirer quelques signes un peu sensibles d'Electricité.

Le verre dont on fait les vitres, celui qui sert à la gobleterie, lorsqu'il est nouvellement fabriqué, a beaucoup de peine aussi à s'électriser ; j'ai souvent frotté, avec beaucoup d'obstination & sans succès, des tubes & d'autres pieces dans la Verrerie même où je les avois fait faire ; ce n'a été qu'après plusieurs mois, & quelquefois après des an-

nées entieres, que j'en ait pu tirer parti.

XX. LEÇON.

IL eſt sûr, & je l'ai obſervé conſtamment, que le verre, à force d'être frotté, en devient plus propre aux expériences électriques ; des matras & des globes de nos petites Verreries, qui ne m'avoient montré d'abord qu'une Electricité très-foible, après avoir été exercés pendant quelques mois, ſont devenus enfin de très-bons inſtruments.

A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électriſables.

CE n'eſt ni à la tranſparence plus ou moins parfaite, ni à la couleur du verre, qu'on doit s'en prendre pour rendre raiſon de ces variétés, puiſque le même verre acquiert, par ſucceſſion de temps, la vertu électrique qu'il n'avoit pas d'abord ; celui dont on fait des bouteilles à Seves, ma très-bien ſervi, tandis que des globes de verre blanc ne ſont devenus paſſablement bons qu'après avoir été exercés & mis à l'épreuve pendant un certain temps.

L'électriſabilité du verre ne tient ni à la couleur, ni à la tranſparence, ni à la figure.

Je ne puis dire poſitivement à quoi il tient que certain verre ſoit ou ne ſoit point électriſable par frottement ; mais je ſoupçonne que cela vient

Mais plutôt au degré de dureté & de cuiſſon.

principalement de son degré de dureté & de cuisson ; ce qui me porte à penser ainsi, c'est que celui de nos Manufactures de Saint-Gobin & de Cherbourg, le plus dur, le plus compacte, & le plus cuit de tous nos verres de France, est en même temps celui qu'on a plus de peine à électriser, tandis que le cristal d'Angleterre, celui de Bohême, &c. qui sont bien plus tendres, sont les meilleurs de tous pour les expériences d'Electricité. Il y a plus ; je me suis procuré des verres imparfaits, qui n'avoient point été assez long-temps au four pour être fins ; &, quoiqu'ils fussent de la même composition que les glaces, ils se sont électrisés très-sensiblement.

Grandeur, figure, épaisseur du verre.

L'EXPÉRIENCE n'a rien déterminé jusqu'ici avec précision sur la grandeur ni des tubes ni des globes ; mais si les premiers ont deux pieds & demi ou trois pieds de longueur, un pouce ou 15 lignes de diametre, & qu'ils soient d'une grosseur à-peu-près égale d'un bout à l'autre, ils pourront être frottés plus commodément, & s'électriser avec moins de fatigue ;

XX. LEÇON.

un globe qui aura 10 à 12 pouces de diametre, & qui fera environ 4 tours par seconde, recevra un frottement convenable; & il ne faut pas croire que s'il étoit de moitié ou d'un quart plus petit ou plus grand, ses effets dussent diminuer ou augmenter dans la proportion de ces différences de grandeur.

Quand le globe est vraiment une sphere creuse de verre, de toute la zone qu'on frotte, il n'y a que la partie la plus prochaine de l'équateur qui puisse approcher assez du conducteur, s'il est droit; les autres s'en trouvent trop éloignées, à cause de la courbure du vaisseau; c'est pourquoi bien des gens, sur-tout en Italie, en Allemagne, & même en Angleterre, préferent, à la figure sphérique, celle d'une grosse olive, ou d'un cylindre terminé par deux goulots; mais comme ces dernieres formes exigent plus d'adresse & de soin de la part des ouvriers qui soufflent le verre, on peut s'en tenir à la premiere, en garnissant, si l'on veut, le bout du conducteur avec quelque frange traînante qui

'accommode à la figure de verre.

XX. LEÇON.

Quand l'une des ſurfaces d'un raiſſeau ou d'une lame de verre vient l'être frottée, celle qui ne l'a point été, ſe trouve électriſée comme elle, & produit les mêmes effets, pourvu néanmoins que toutes deux répondent à des milieux de même nature, & qui ſoient compatibles avec la vertu électrique; car ſi l'une, par exemple, ſe trouve dans l'air libre, & l'autre dans le vuide, il n'y a que celle-ci qui produiſe ordinairement les ſignes d'Electricité: ces deux faits qui ſont très-dignes d'être obſervés, ſeront amplement prouvés par la ſuite.

Le verre qui n'a qu'une médiocre épaiſſeur (je crois qu'il en eſt de même de toutes les autres ſubſtances électriſables par frottement) eſt plus prompt à s'électriſer que celui qui en a une plus grande: quand un globe ou un tube eſt épais d'une ligne, il a aſſez de conſiſtance pour réſiſter aux efforts qu'on fait ſur lui en le frottant; & ſon Electricité s'excite aiſément.

Quant à la maniere de frotter, j'ai

XIX. LEÇON.

cherché long-temps & avec soin ; quelle étoit la meilleure ; il m'a paru que le frottement soutenu ou réitéré dans le même sens, réussissoit mieux que quand il se faisoit alternativement en sens contraire. Ainsi je préfere l'action d'un rouet qui fait tourner le globe uniformement, & qui mene toujours les parties du verre le plus nouvellement frottées vers le conducteur par la voie la plus courte, à celle d'un archet qui le feroit aller alternativement dans un sens & dans l'autre : & quand je frotte un tube ou un bâton de cire d'Espagne, je ne le serre avec la main, que dans l'un des deux mouvements qu'elle fait en parcourant sa longueur.

Maniere de frotter le verre.

Le frottement le plus rude n'est pas toujours celui qui a le meilleur succès ; j'ai remarqué au contraire que, dans les temps favorables à la vertu électrique, il valoit mieux frotter légérement, que d'appuyer bien fort ; & quand il ne fait pas un temps bien propre à ces expériences, ou que l'instrument est fait d'un verre difficile à électriser c'est par la durée du frottement

plutôt que par violence, qu'on peut espérer de réussir.

XX. LEÇON. Des frottements égaux ne suffisent pas pour électriser également différents corps.

SI quelqu'un, dans la vue de se procurer deux Electricités égales, entreprenoit de faire éprouver des frottements égaux à deux globes de différentes matieres, il en viendroit à bout, en les faisant tourner avec la même viteſſe, en leur appliquant des frottoirs de la même nature, des mêmes dimenſions, appliqués avec des degrés de preſſion ſemblables entr'eux : tout cela ſe peut faire aiſément ; mais je lui donne avis que ces parités, obſervées le plus ſcrupuleuſement dans les moyens, ne le conduiront pas au but qu'il ſe propoſe ; parce que tel frottement qui conviendra pour bien électriſer le verre, ne produira pas toujours le même effet ſur la cire d'Eſpagne, ſur le ſoufre, ou ſur toute autre ſubſtance.

Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les corps électriques.

LES Phyſiciens qui ſe ſont appliqués aux expériences d'Electricité, ne ſont pas bien d'accord entr'eux ſur la matiere qu'on doit employer de préférence pour frotter le verre & les autres corps électriſables. Les

XX. LEÇON.

uns recommandent de frotter avec la main nue ; les autres veulent qu'entre la main & le corps que l'on frotte, il y ait une feuille de papier gris, ou une étoffe de laine, un morceau de peau de chamois ſaupoudrée de blanc d'Eſpagne ou de Tripoli ; pluſieurs font tourner leurs globes contre des couſſinets de peau de buffle remplis de crin ou de quelqu'autre matiere animale : d'autres font les leurs avec pluſieurs feuilles de papier doré ou argenté, appliquées les unes ſur les autres ; ou avec des étoffes, dans le tiſſu deſquelles il ſoit entré de l'or, de l'argent ou quelqu'autre métal.

Il eſt certain que tous les frottoirs ne ſont pas également bons, & qu'il y a un choix à faire, ſur lequel la ſeconde & la troiſieme ſection nous fourniront des lumieres : je dirai ſeulement ici, comme par anticipation, que les matieres animales & les métaux méritent la préférence, & que rien ne m'a jamais paru auſſi propre à cet uſage que la main nue, lorſqu'elle n'eſt point humide par tranſpiration ou autrement. J'ai remarqué

remarqué cependant que tout le monde n'a point la main également propre à électriser le verre ; & c'est sans doute ce qui a porté quelques Auteurs à soutenir avec une sorte d'opiniâtreté, qu'on devoit toujours donner la préférence aux coussinets : je la leur donnerois moi-même en certains cas, lorsqu'on a lieu de craindre, par exemple, que le globe n'éclate par une Electricité trop violente, jointe à la force centrifuge que la rotation fait prendre aux parties frottées ; accident dont on a vu plusieurs exemples, & dont j'ai eu soin d'avertir (*a*) ; mais ce ne sera jamais dans la vue de produire le plus grand effet possible : quand je me suis servi de ma main nue, j'ai toujours frotté avec plus de succès, que je n'ai pu le faire avec des coussinets de quelque espece qu'ils fussent.

XX. LEÇON.

QUAND il est question de matieres électrisables par frottement, il faut bien se garder de confondre les corps vivants, les animaux proprement dits, avec ce qu'on appelle commu-

Distinction à faire entre les animaux, & les matieres animales.

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1753, pag. 444 ; & 1755, pag. 311.

XX. LEÇON.

nément *matiere animale*, comme la soie, les cheveux, le poil, les ongles, la corne, les os, &c. Toutes ces substances donnent des signes d'électricité, quand on les frotte ; mais l'animal même n'en donne point. Personne n'ignore à présent qu'on fait étinceler un chat dans l'obscurité, en lui passant deux ou trois fois la main sur le dos : s'il étoit rasé, cela n'arriveroit plus. Le soir, & sur-tout en hiver, il n'y a presque personne qui ne puisse faire étinceler son linge, en se déshabillant dans l'obscurité, ou en tirant ses bras brusquement ; M. Symmer, Auteur Anglois, nous a donné sur cela des dissertations & des expériences tout-à-fait curieuses, que j'ai répétées avec plaisir, & qui m'ont conduit à quelques découvertes assez intéressantes (*a*).

Esprits folets & autres feux de la même nature.

C'EST à de pareils feux qu'il faut s'en prendre pour rendre raison de ces prétendus *Esprits folets* qui s'affectionnent, dit-on, pour certains chevaux, & qu'on voit quelquefois

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, 1758, pag. 244, & suiv.

briller sur leur poil. Dans un temps sec & frais, l'étrille du Palefrenier & le morceau de serge qui la suit en frottant, électrisent le poil de l'animal, & le font luire ou étinceler d'une maniere très-propre à effrayer un homme simple qui n'a jamais entendu parler d'Electricité.

XX. LEÇON.

Si les Anciens eussent été au fait de cette vertu naturelle, comme le prétendent aujourd'hui quelques Erudits, qui ne veulent rien devoir à leurs contemporains, Virgile n'auroit pas dû célébrer, comme un prodige, cette lumiere dont on vit briller la chevelure du fils de son Héros (*a*); car maintenant le plus mince Electriseur est en état de produire un pareil miracle.

Tous ces feux sont certainement des signes d'Electricité bien reconnus & bien avoués : il paroît même que la chaleur animale y a quelque part; mais on ne peut pas dire qu'ils dépendent essentiellement d'elle ; car on obtient de pareils effets en fai-

(a) *Ecce levis summo de vertice visus, Juli,*
Fundere lumen apex tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas, & circum tempora pasci.
Virg. Æneidos. Lib. 6.

XX. LEÇON.

fant chauffer un drap, ou une serviette de linge uni devant le feu ; & en la secouant ensuite avec la main, ou autrement, dans un lieu privé de lumiere : tous les corps qu'on fait étinceler de cette maniere, deviennent en même temps électriques à d'autres égards ; ils attirent & repoussent comme du verre ou de la soie qu'on a frotté.

Chauffer les corps qu'on veut électriser par frottement.

CHAUFFER les corps avant que de les frotter, est une préparation par laquelle on parvient d'ordinaire à les électriser plus promptement ou plus fortement ; mais il faut que la chaleur qu'on leur fait prendre, ne puisse que les sécher (*a*), & non pas

(*a*) Presque tous les corps électrisables, qui ont besoin d'être chauffés avant qu'on les frotte, doivent être exposés à une chaleur seche ; cependant on peut citer aujourd'hui comme une exception de cette regle, l'exemple de la *Tourmaline* qui s'électrise par la chaleur de l'eau bouillante : c'est une petite pierre très-dure, brune, lisse & luisante, qui se trouve dans l'Isle de Ceylan, & qui est assez rare. Le Lecteur qui voudra s'instruire plus particulierement des propriétés de cette pierre, pourra consulter *l'Histoire de l'Acad. des Sciences*, 1717, *p.* 7 & *suiv.* une *Lettre du Duc de Noya Caraffa*, imprimée *in*-4°. à Paris en 1759, deux

les amollir. Le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la cire des abeilles, &c. ne peuvent se chauffer que très-peu ou point du tout ; le verre, l'ambre, le jayet & les pierres précieuses, &c. peuvent éprouver une plus grande chaleur, & devenir par-là plus électrisables.

XX. LEÇON.

J'ai remarqué que la chaleur produite par le frottement ne supplée pas à l'action du feu ; au contraire, quand le verre s'échauffe considérablement sous la main qui le frotte, c'est un mauvais signe ; en tel cas, on n'a presque jamais qu'une Electricité foible & languissante : je pense que si le frottement pouvoit se faire sans produire de chaleur, l'électrisation n'en iroit que mieux ; car la vertu électrique n'est jamais plus forte que quand un léger frottement suffit pour l'exciter. C'est apparemment par cette raison qu'on électrise mieux par un temps frais, que dans une saison chaude.

En conséquence de cette pensée ;

Dissertations Latines, l'une de M. Æpinus, l'autre de M. Wilke, dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, pour l'année 1757, &c.

XX. LEÇON.

j'ai essayé d'électriser mes globes pendant un fort hiver, & dans un lieu où le froid étoit de 9 degrés plus grand que le terme de la congélation de l'eau ; ma main, qui frottoit le verre étoit excessivement froide ; & tant que cet état a duré, je n'ai obtenu qu'une foible électricité ; mais les signes de cette vertu sont devenus considérablement plus forts, lorsque ma main & le verre eurent été chauffés par le moyen d'un réchaud plein de charbons allumés ; d'où je conclus que, pour bien électriser par frottement, il faut que le frottoir & le corps frotté ne soient ni trop chauds ni trop froids.

La masse du frottoir, plus ou moins grande n'est point une chose indifférente.

LE frottoir étant d'une matiere convenable, doit encore faire partie d'une grande masse ; un coussinet, qui ne communiqueroit pas à d'autres corps semblables à lui, c'est-à-dire, difficiles à électriser par frottement, ne produiroit pas de grands effets par lui-même ; c'est en partie pour cela que la main d'un homme est ordinairement un excellent frottoir, parce qu'elle tient à une grande masse de nature semblable à la sienne ; &

par la même raiſon elle fait encore mieux, ſi la perſonne qui frotte eſt placée immédiatement ſur le parquet de la chambre. XX. LEÇON

Quoique les frottoirs ſe faſſent toujours avec quelque matiere ſolide, & aſſez flexible pour s'appliquer plus exactement au corps électriſable; cependant on peut exciter la vertu électrique, par le frottement d'un liquide : le mercure, par exemple, électriſe le verre en gliſſant ou en coulant ſur l'une de ſes ſurfaces : ſes balancements réitérés dans le tube d'un barometre rempli au feu, non-ſeulement ſont ſuivis d'une lueur électrique, mais ils produiſent au dehors des mouvements d'attraction & de répulſion.

TROISIEME PROPOSITION.

Les corps qui ne peuvent point s'électriſer par le frottement, ou qui ne s'électriſent que foiblement par cette voie, peuvent recevoir la vertu électrique par communication.

POUR communiquer la vertu électrique à un corps ſolide ou fluide, il

XX. LEÇON.

faut, 1°. le placer à une très-petite distance de celui qu'on a électrisé par frottement. Il faut, 2°. (ceci est essentiel) que le même corps soit séparé de tous ceux qui pourroient, comme lui, s'électriser par communication ; sans cette précaution, l'expérience fait voir qu'il ne paroît autour de lui aucun des signes ordinaires d'électricité, apparemment parce que tout ce qu'il reçoit passe aussi-tôt dans les corps contigus, & s'y dissipe.

Mais comme un corps, tel qu'il soit, ne peut se soutenir en l'air de lui-même, séparé de tous les autres, on suspend ou l'on soutient celui qui doit s'électriser par communication, avec des appuis, ou avec des suspensoirs de verre, de soufre, de résine, de soie, &c. qui ne sont électrisables que par frottement (*a*) ; & c'est ce qu'on nomme *isoler*.

(*a*) On ne peut pas dire absolument que le verre ne s'électrise point par communication ; mais il s'électrise assez difficilement par cette voie ; & quand il est ainsi électrisé, il n'en est pas moins propre à isoler les corps : on peut dire la même chose de toutes les matieres vitrifiées.

III. EXPÉRIENCE.

XX. LEÇON.

PRÉPARATION.

AYANT préparé un conducteur, comme dans la seconde expérience du premier article, suspendez à son extrémité la plus reculée du globe, une espece de cage formée de trois tablettes de fer-blanc, assemblées entre quatre montants à sept ou huit pouces de distance l'une de l'autre; *fig.* 4.

Placez sur ces tablettes des corps de toutes especes, de la viande crue, un oiseau vivant, un œuf, une pomme, du pain, des morceaux de bois, des plantes, des fleurs, des morceaux de soufre, un bon bâton de cire d'Espagne, un vase de verre bien sec & bien net; dans des poëlettes à saigner, de l'eau, de l'huile d'olives; & dans un petit vaisseau de bois, du mercure.

Dès qu'on aura commencé à frotter le globe de verre, auquel répond le conducteur, examinez, les uns après les autres, tous les corps que vous aurez placés sur les tablettes, & vous observerez ce qui suit.

EFFETS.

XX. LEÇON.

VOUS verrez, 1°. que, de tous ces corps exposés en même temps à l'action du globe, il y en aura qui deviendront très-électriques, & qui en donneront des marques très-sensibles; tels seront, l'eau, le métal, l'animal mort ou vif, le mercure, la pomme, l'œuf & les plantes vertes : 2°. vous remarquerez que le bois sec, le pain & les végétaux qui auront peu d'humide, n'acquerront point une électricité à beaucoup près si marquée; 3°. vous reconnoîtrez que le verre, le soufre, la cire d'Espagne & l'huile n'en auront point du tout, ou qu'ils n'en auront que très-peu.

De cette expérience & des résultats de la 2e. de la 4e. & de la 5e. du premier article, qu'il faut se rappeler ici, vous pouvez tirer cette conséquence qui est passée en principe parmi les Physiciens qui ont le plus étudié les phénomenes électriques; savoir, que *plus un corps est électrisable par frottement, moins il est susceptible de s'électriser par communication;* & réciproquement, que *les matieres qui s'électri-*

sent le mieux par cette derniere voie, sont les moins propres à devenir électriques par la premiere.

XX. LEÇON.

APPLICATIONS.

Conducteurs; de quelles matieres il convient de les faire.

LES premiers conducteurs ont été faits avec des cordes; & l'on a observé que celles qui étoient mouillées, valoient mieux pour cet usage, qu'étant seches : c'est parce que l'eau, qu'on ne peut électriser par frottement, s'électrise, on ne peut pas mieux, par communication, & qu'elle porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle se trouve : on doit s'attendre aussi qu'une perche de bois vert s'électrisera mieux que quand elle aura perdu sa seve, & qu'un cordon de soie ou de crin ne pourra transmettre l'électricité, comme conducteur, qu'autant qu'il sera humide.

On voit encore par-là pourquoi tous ceux qui se sont appliqués aux expériences d'électricité, se sont accordés à faire leurs conducteurs avec des chaînes, avec des fils ou avec des verges de métal, avec des tuyaux de fer-blanc ou de carton doré; & pourquoi ils ont toujours préféré les

XX. LEÇON.

vaſes de métal à ceux de verre ou de porcelaine, pour contenir les liqueurs qu'ils vouloient rendre électriques, en électriſant les vaſes. Car c'eſt une choſe univerſellement reconnue de tous les Phyſiciens électriſants, que le métal, tel qu'il ſoit, ne s'électriſe jamais par frottement; d'où il ſuit qu'il eſt très-propre à recevoir l'électricité d'un autre corps, & à la tranſmettre: il en eſt de même des animaux.

De quelle grandeur.

LA diſtance à laquelle l'électricité peut s'étendre par le moyen des conducteurs, n'eſt point déterminée; il n'eſt pas même facile de le faire, parce que cela dépend du concours de pluſieurs circonſtances, qu'on ne réunit pas toujours quand on le veut, & peut être de pluſieurs autres encore que nous ignorons; mais ſi quelqu'un entreprend jamais de réſoudre cette queſtion, il ne faut pas qu'il confonde, comme quelques Auteurs ont fait, ce phénomene particulier, qu'on nomme *l'Expérience de Leyde* ou de la *Commotion*, & dont je parlerai dans la ſuite, avec l'électricité commune & proprement dite,

qui se manifeste autour des conducteurs par des mouvemens d'attraction & de répulsion, par des aigrettes lumineuses, qui dure un certain temps après qu'elle a été excitée ou communiquée, & qui ne subsiste que dans les corps isolés. Tous les effets de celle-ci annoncent visiblement que la matiere électrique est animée d'un mouvement progressif qui la transporte réellement; au lieu que le cas singulier de la commotion ne paroît être qu'un choc ou une percussion instantanée, que les parties contiguës de cette même matiere se communiquent les unes aux autres sans se déplacer : le son & le vent font des mouvements de l'air; seroit-il permis à un Physicien de prendre indifféremment l'un pour l'autre, s'il s'agissoit de mesurer leur vîtesse ou leur étendue?

Or cette électricité, qui ne se transmet que par des conducteurs isolés, & qui se manifeste par les signes extérieurs dont je viens de faire mention; cette vertu, dis-je, a été portée à plus de 1200 pieds par un cordeau tendu en plein air, & soutenu de

XX. LEÇON.

distance en distance sur des cordonnets de soie ; je pense qu'il est très-possible de la faire aller deux ou trois fois plus loin, & même davantage si la corde est mouillée, ou bien si l'on emploie en sa place un fil ou une chaîne de métal.

De quelle longueur, & dans quelle direction.

LA vertu électrique suit le conducteur, non-seulement en ligne droite, mais encore dans toutes les différentes directions qu'il prend, sans qu'on s'apperçoive d'aucun déchet ; cela est commode, en ce que par des retours multipliés, on peut renfermer un très-long conducteur dans un espace médiocre ; & de plus, on peut par le même moyen rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre, pour mettre l'Observateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du globe.

Cerf volant électrique.

EN certain temps de l'année, surtout lorsqu'il y a des nuages orageux, il regne dans l'air une électricité qui se communique à tous les corps isolés qui sont de la nature des conducteurs ; mais cette vertu est ordinairement plus forte à une certaine distance de la terre : on a imaginé d'aller au

devant d'elle avec un cerf-volant, & de la faire descendre par la corde avec laquelle on gouverne l'instrument. L'ingénieux Auteur de cette invention (*a*), agissant par principes, fila la corde avec un fil de laiton, & par ce moyen il se procura des feux électriques, tels qu'on n'en avoit jamais vus, & qui doivent rendre circonspects tous ceux qui seroient tentés de se livrer à de pareilles épreuves.

XX. LEÇON.

De quelle masse.

ON a cherché à savoir si l'électricité se communique à deux corps de même nature, en raison de leurs masses : plusieurs Physiciens ont fait des expériences relatives à cette question ; j'en ai fait aussi ; & tout bien bien considéré, il me paroît, 1°. que la communication de la vertu électrique ne suit ni la proportion des surfaces, ni celles des masses : 2°. qu'un corps mince, toutes choses égales d'ailleurs, reçoit plus promptement & plus facilement qu'un plus épais,

(*a*) M. de Romas, Lieutenant assesseur au Présidial de Nérac. *Voyez* les Mémoires de Mathématique & de Physique présentés à l'Académie par les Savants Etrangers, *Tome II*, *page* 393.

toute l'électricité dont il eſt capable :

XX. LEÇON.

3°. qu'un corps qui a beaucoup de maſſes à ſurfaces égales, s'électriſe plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la ſource d'où il tire ſa vertu puiſſe y fournir (*a*).

De quelle forme.

DE quelque forme que ſoient les maſſes, elles reçoivent la vertu électrique : je l'ai communiquée au plus haut degré à des enclumes & à des barres de fer de 10 pieds de longueur, peſant 150 liv. Je conviens cependant avec le P. Gordon & avec M. le Monnier, qu'un conducteur un peu long fait ordinairement mieux qu'une égale quantité de matiere qui ſeroit ramaſſée & comme arrondie.

D'une ſeule piece, ou de pluſieurs miſes bout à bout.

IL n'eſt point abſolument néceſſaire que le conducteur ſoit d'une ſeule piece ; pluſieurs verges de fer miſes bout à bout les unes des autres, une file de Soldats iſolés qui ſe donneroient les mains, conduiroient l'Electricité comme une corde ou un fil de fer d'un ſeul bout. On peut même

(*a*) *Voyez* mes Recherches ſur les Cauſes particulieres des Phénomenes Electriques, *quatrieme Diſcours*, & les Ouvrages qui y ſont cités.

interrompre la continuité des parties, par des intervalles de six pouces, d'un pied, & quelquefois encore plus grands, sans que l'Electricité cesse de se porter d'une extrémité à l'autre du conducteur. M. Dufay a fait plus; il a placé entre ces parties séparées différents corps tant solides que fluides, il y a mis de la flamme; & la vertu électrique s'est communiquée au travers.

XX. LEÇON.

Cette derniere épreuve semble favoriser l'opinion de MM. Waitz & Jallabert, qui prétendent que la flamme ne détruit point l'Electricité, qu'elle peut même lui servir de véhicule, & faire l'office de conducteur. M. Dutour & moi avons fait des expériences dont les résultats ne me ramenent point au sentiment de ces deux Auteurs. Je prie le Lecteur qui s'intéressera à cette question, d'examiner les raisons de part & d'autre (*a*).

ON ne peut prendre trop de précaution pour bien isoler les corps qu'on veut électriser, parce que la moindre communication avec le

Isolement des Conducteurs.

(*a*) *Recherches* sur les causes particulieres des Phénomenes Electriques, *troisieme Discours, pag.* 198 *& suiv.*

XX. LEÇON.

plancher, avec les meubles de la chambre ou avec les perſonnes qui aſſiſtent aux expériences, eſt capable de faire diſparoître les effets de la vertu électrique; cependant je dois dire ici qu'en certains cas, (qui ſont rares à la vérité,) l'Electricité a tant d'énergie, qu'on l'a vu ſubſiſter dans des conducteurs qui n'étoient pas iſolés de tout point.

De quelle matiere on doit faire les ſoupports pour iſoler.

LA ſoie, le ſoufre, les réſines, la cire d'Eſpagne & celle des abeilles, ſont les matieres dont on fait ordinairement les ſupports de conducteurs; on y peut joindre le bois bien ſéché au four, & frit enſuite dans l'huile bouillante; j'en ai fait des ſellettes qui me réuſſiſſent aſſez bien, & dont je rends graces au P. Ammerſin, Minime, Auteur de cette invention.

Quand les corps ne ſont pas trop peſants, on les électriſe ſur des ſupports de verre, hauts, pour le moins, de huit à dix pouces: on feroit mieux de les placer ſur un ſimple carreau de vitre, qui ſeroit poſé lui-même ſur quelque matiere électriſable par communication: c'eſt M. Dutour qui a fait le premier cette réflexion, &

qui l'a justifiée par de bonnes expé- XX.
riences (*a*). Celle de Leyde devoit LEÇON.
nous éclairer sur cela : l'eau que con-
tient la bouteille ne s'électrise jamais
aussi bien que quand cette bouteille
est mince, & qu'elle est placée sur
un support de matiere électrisable par
communication, & qui n'est point
isolé.

Comme on est dans l'usage de faire fondre les matieres énoncées ci-dessus, pour les couler dans des moules, & en faire des gâteaux, je dois avertir qu'il faut attendre qu'ils soient bien refroidis & bien reposés, avant que de s'en servir ; j'ai remarqué assez constamment, que quand ils sont nouvellement faits, ils ne sont pas aussi propres à isoler les corps, qu'ils ont coutume de l'être au bout de quelques mois.

(*a*) *Mémoires* de Mathématique & de Physique présentés à l'Académie par des Savants Etrangers. *Tome II, page* 516.

XX. LEÇON.

ARTICLE TROISIEME.

Des Signes par lesquels la vertu électrique se manifeste.

Signes ordinaires de la vertu électrique.

ATTIRER & repousser des corps légers qui sont à une distance convenable ; faire sentir sur la peau une impression semblable à peu-près à celle du coton bien cardé, ou d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air ; répandre une odeur qu'on peut comparer à celle du phosphore d'urine ou de l'ail ; lancer des aigrettes d'une matiere enflammée ; étinceler avec éclat ; piquer très-sensiblement le doigt ou toute autre partie du corps qu'on présente de près ; mettre le feu aux liqueurs ou aux vapeurs spiritueuses ; enfin, communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps, voilà les signes les plus ordinaires, d'après lesquels on a coutume de juger si un corps est actuellement électrique ; & sa vertu passe pour être d'autant plus forte, que chacun de ces phénomenes se manifeste davantage, ou qu'il a plus

de durée. Tout cela eſt ſuffiſamment prouvé par toutes les expériences du premier & du ſecond article. XX. LEÇON.

En appuyant ſon jugement ſur toutes ces preuves enſemble, on ne riſquera pas de ſe tromper, pourvu que l'on conſidere l'Electricité, comme l'action d'une matiere à qui l'on fait prendre un certain mouvement, non-ſeulement dans le corps que l'on frotte, ou ſur lequel on fait agir les inſtrumens d'Electricité, mais encore dans ceux qui l'environnent ou qui le touchent. Car ces effets extérieurs étant toujours l'action de la matiere électrique, on ne riſquera rien de conclure que cette vertu eſt plus ou moins forte, quand on verra augmenter ou diminuer cette action même dans laquelle on la fait conſiſter.

MAIS ſi l'on regarde le corps frotté ou le conducteur iſolé, comme l'unique agent des effets extérieurs, en vertu d'un certain état qu'on lui a fait prendre, & d'une matiere qu'il anime ou qu'il tranſmet; & ſi, pour décider du degré de vertu qui appartient à ce corps, on ſe permet de conſulter, à ſon choix, quelqu'un

Équivoques dans bien des cas.

XX. LEÇON.

des signes dont j'ai fait mention, en excluant les autres, je vois qu'il y aura bien des cas où l'on pourra porter un faux jugement ; car je crois avoir bien prouvé, il y a plus de quinze ans (*a*), que tous ces phénomenes que l'on prend communément comme les marques d'une Electricité plus ou moins forte, peuvent s'augmenter ou s'affoiblir, quoique le globe & le conducteur isolé perséverent toujours dans le même état, ou du moins sans qu'on ait des raisons suffisantes pour croire qu'ils en aient changé : j'ai fait plus, j'ai prouvé la proposition suivante.

(*a*) *Mém.* de l'Académie des Sciences, 1747, *pag.* 203 & *suiv. Recherches* sur les Causes particulieres des Phénomenes électriques, *deuxieme Discours.*

PROPOSITION. XX. LEÇON.

Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte Electricité, attractions, répulsions, attouchement d'émanations inviſibles, aigrettes lumineuſes, étincelles, piquûres, inflammations, &c.

JE vais rapporter ici quelques-unes des expériences qui m'ont ſervi à prouver cette eſpece de paradoxe.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SI l'on électriſe un grand plat rempli d'eau, dans lequel on ait mis flotter de petites boules de liege ou de verre ſoufflé.

EFFETS.

TOUS ces petits corps électriſés par communication, ſont attirés ſenſiblement par tout ce qui n'eſt point électrique, comme on ſait qu'ils le ſeroient par un corps électriſé, s'ils ne l'étoient pas eux-mêmes.

XX. LEÇON.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

LAISSEZ tomber sur un tube électrisé, une petite feuille de métal, attendez un instant que la répulsion électrique l'en ait séparée, & entretenez-la flottante en l'air, en tenant le tube au-dessous d'elle.

EFFETS.

SI vous présentez le bout de votre doigt à ce petit corps ainsi suspendu en l'air, vous pourrez remarquer que non-seulement il se jette avec précipitation sur le doigt non électrique qu'on lui présente, mais aussi qu'il rejaillit immédiatement après de la même maniere, (quoique moins fortement), qu'il est repoussé par le tube qui l'a électrisé: ce dernier effet est plus sensible, si, au lieu de votre doigt, vous présentez à la petite feuille un écu ou quelqu'autre morceau de métal au bout d'un bâton de cire d'Espagne.

III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

QUE l'on suspende avec un fil de soie,

soie, une grosse aiguille à coudre, entre deux timbres de métal dont l'un soit électrisé par communication, & l'autre non isolé.

XX. LEÇON.

EFFETS.

ON verra l'aiguille aller perpétuellement de l'un à l'autre timbre, comme si elle étoit également attirée & repoussée par les deux ; de sorte que si l'on ne le sait pas d'ailleurs, on aura peine à deviner, par la seule inspection, lequel des deux reçoit l'Electricité du globe.

RÉFLEXIONS.

CES expériences & une infinité d'autres que je ne puis rapporter ici, prouvent donc qu'un corps, sans être directement électrisé, peut attirer & repousser les corps légers qu'on lui présente ; & que ces mouvements alternatifs, qui sont de véritables signes d'Electricité, peuvent se montrer d'une maniere équivoque, & ne nous pas désigner à coup sûr le corps à qui la vertu électrique est communiquée immédiatement. On me dira

XX. LEÇON.

peut-être que la prétendue attraction du timbre non isolé sur l'aiguille, celle du doigt sur les boules flottantes, ou sur la petite feuille de métal suspendue en l'air, ne sont que des apparences trompeuses, & que la vertu qui produit ces mouvements, réside en réalité dans le petit corps qui se porte vers le doigt ou vers le timbre non électrique : semblable en cela à un petit aimant suspendu au bout d'un fil, lequel se précipite sur une enclume parce que cette grande masse de fer ne peut venir à lui.

Hé bien, quand cela seroit ; quand je devrois considérer & le Magnétisme & l'Electricité comme deux vertus uniquement résidantes dans les sujets qu'elles qualifient, c'est-à-dire, la premiere dans la pierre d'aimant & dans le fer aimanté, & la seconde dans le corps frotté ou dans le conducteur isolé sur lequel on fait agir le globe ; tout ce qui pourroit résulter de cette considération, qui ne convient gueres à la Physique d'aujourd'hui, c'est que les attractions & les répulsions, tant magnétiques qu'électriques, peuvent

nous tromper dans bien des occasions où il s'agit de décider entre deux corps, lequel posséde réellement en soi la vertu qu'elles annoncent ; & c'est précisément ce que j'ai entrepris de prouver.

Mais je prétends faire plus : après avoir montré précédemment que l'Electricité n'est autre chose qu'une certaine matiere en mouvement, & en continuant de considérer ses phénomenes comme les effets d'une cause vraiment méchanique, je me flatte de prouver solidement, tant par les expériences que je viens de citer, que par celles qui vont suivre ; je me flatte, dis-je, de prouver que les corps non isolés qui sont exposés à l'action des corps électrisés, ne sont pas des êtres purement passifs vis-à-vis d'eux, mais qu'ils contribuent réellement & d'une maniere efficiente à toutes les apparences extérieures qui annoncent la vertu électrique.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

J'ÉLECTRISE fortement par le moyen d'un globe de verre, une per-

sonne qui se tient debout sur un gâteau de résine : en continuant de l'électriser ainsi, je lui fais étendre la main qui ne touche point le globe, dans une situation verticale ; une autre personne qui n'est point isolée de même, mais simplement debout sur le plancher, étendant les bras horizontalement, présente un doigt vis-à-vis cette main à une distance de 7 à 8 pouces. Voyez la *Figure* 5.

XX. LEÇON.

EFFETS.

1°. IL sort de ce doigt non-isolé une matiere invisible qui fait contre la main électrisée un souffle très-sensible, & tout-à-fait semblable à celui qu'on a coutume de sentir au-delà des aigrettes lumineuses d'une barre de fer qu'on électrise.

2°. Si l'on approche le doigt plus près de cette main électrisée, comme à la distance de trois pouces ou un peu moins, cette matiere invisible qui ne faisoit qu'un souffle, s'enflamme alors avec une sorte de bruissement, & se fait appercevoir sous la forme d'une belle aigrette *B*, qui ne differe point de celles qu'on voit

briller au bout de la barre de fer qu'on électrise, si ce n'est qu'elle souffre ordinairement quelques intermittences, & que ses éruptions sont accompagnées d'un plus grand bruit. XX. LEÇON.

3°. En approchant le doigt encore plus près de la main électrisée, on voit l'aigrette lumineuse dont je viens de parler, se resserrer & former un trait de feu fort vif *C*, qui éclate avec bruit & avec douleur de part & d'autre, comme il arrive en toute autre occasion, quand on s'approche pour toucher un corps fortement électrisé.

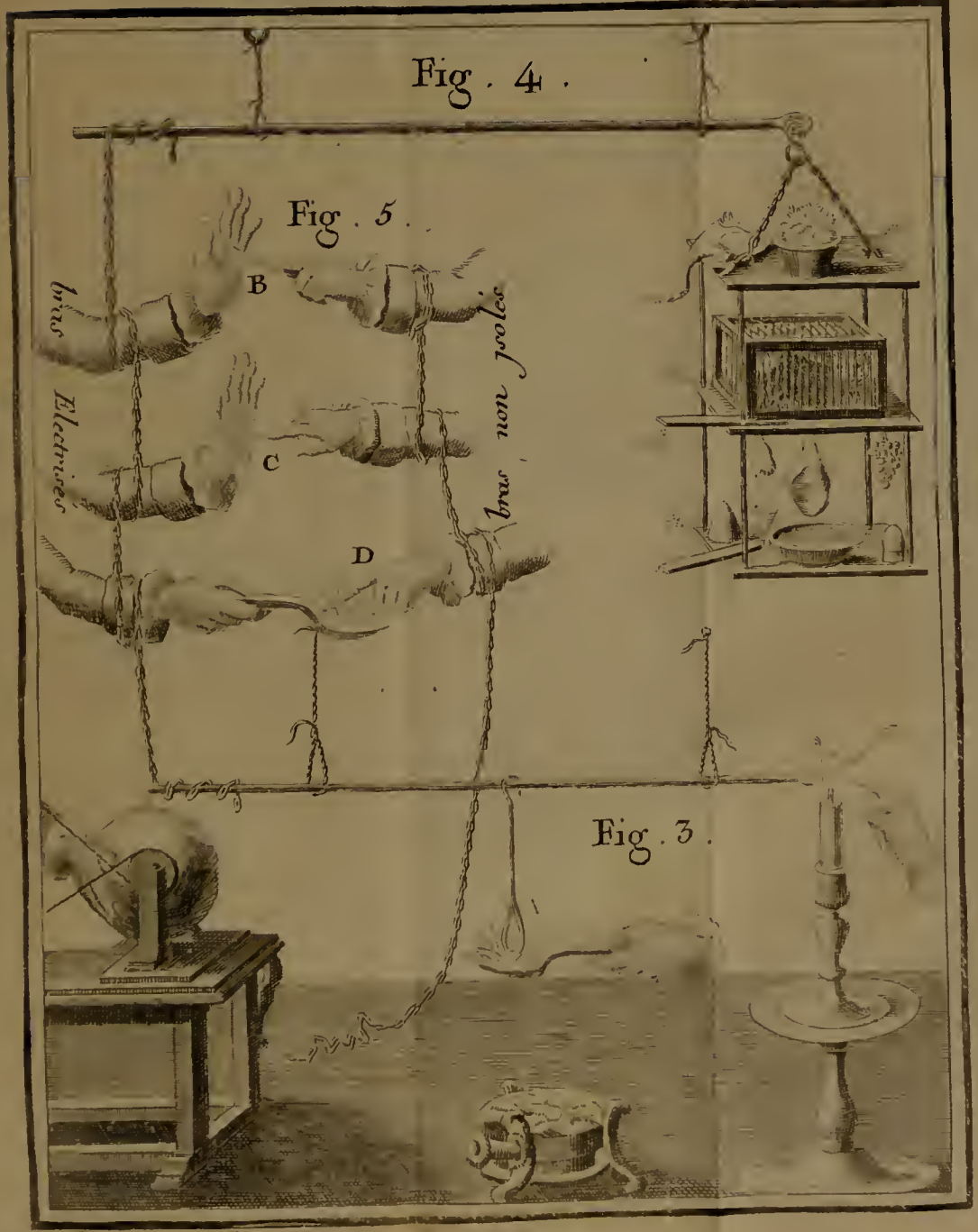
4°. Si la personne qui est sur le gâteau de résine, & que l'on continue d'électriser, tient en sa main une cuiller de métal pleine d'esprit-de-vin un peu chauffé sur des charbons ardents ; l'autre personne qui n'est point isolée y met le feu avec le bout de son doigt *D*, en le portant un peu brusquement à quelques lignes de distance au-dessus de la liqueur.

5°. L'aigrette de matiere enflammée, & le souffle dont nous avons fait mention dans les deux premiers

XX. LEÇON.

réſultats, ſont ſentir l'odeur de phoſphore ou d'ail abſolument de la même maniere que les extrémités d'un corps qu'on électriſe pendant un certain temps par communication. Et l'on obſerve tous ces mêmes effets, ſi au lieu du doigt, on préſente le bout d'une verge de fer ou de quelqu'autre métal, à la main, au viſage & quelquefois auſſi à tout autre endroit du corps de la perſonne qu'on électriſe, malgré l'interpoſition des habits.

On reconnoît donc par le détail de cette expérience, qu'il eſt des cas où l'on voit faire à un corps qui eſt conſidéré comme non-électrique, tous les effets que l'on prend communément pour les ſignes les plus certains d'une Electricité bien décidée; de ſorte qu'en pareille occaſion ſi l'on appercevoit ces phénomenes par une porte ou par une fenêtre entr'ouverte, qui empêchât de découvrir l'appareil, & qui ne laiſſât voir que les effets, il ſeroit bien difficile, je pourrois dire impoſſible, de décider à coup sûr quel ſeroit celui des deux corps ſur lequel agiroit im-



Coban del. et Sculp.

médiatement le globe, & que l'on devroit regarder comme poſſédant en ſoi la vertu électrique, en ſuppoſant qu'on ne la dût reconnoître que dans l'un des deux ſeulement. Faiſons voir maintenant que chacun de ces effets peut augmenter ou diminuer par certaines circonſtances, & ſans qu'on ait lieu de croire que le globe ni le conducteur aient changé d'état.

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ÉLECTRISEZ un homme qui ait les deux mains libres, comme dans la *fig. 6*; qu'il en tienne une étendue au-deſſus d'une platine de fer-blanc *A*, ſur laquelle on ait répandu des fragmens très-menus de ces feuilles de cuivre dont les Verniſſeurs ſe ſervent pour enjoliver leurs ouvrages, & que cela lui ſoit préſenté par un autre homme non-iſolé; qu'il porte pareillement ſon autre main au-deſſus d'un gâteau de réſine *B*, ou d'un pain de cire bien uni ſur lequel on ait répandu pareille quantité de ces mêmes fragmens.

XX. LEÇON.

EFFETS.

QUELQUE soin que l'on ait pris pour rendre ces petites feuilles de métal également légeres de part & d'autre, & quelque attention que l'on ait de tenir celles-ci & celles là à égales distances des deux mains électrisées, on remarquera constamment que celles qui sont posées sur le fer-blanc, sont attirées & repoussées bien plus vivement que les autres; & que si on les tient à des distances inégales, ce sont les premieres qui sont attirées de plus loin.

On ne peut pas dire raisonnablement que l'une des deux mains de la même personne reçoive du globe plus d'Electricité que l'autre : au reste, il seroit aisé de prouver que cela n'est pas, en faisant changer de place au gâteau de cire & à la feuille de fer-blanc : il est visible que la différence des effets vient uniquement de celle des supports, sur lesquels on a mis les petites feuilles de métal ; & nous en dirons la raison dans un autre endroit.

VI. EXPÉRIENCE.

XX. LEÇON.

PRÉPARATION.

QUE l'on ſuſpende ſur la même ligne, & avec des fils de même longueur, 1°. une feuille de cuivre battu *C* (*fig.* 7.) qui ait environ deux pouces de diametre : 2°. à quinze pouces de diſtance ſur la même ligne, un fragment d'une pareille feuille *E*, mais qui n'ait tout au plus qu'un demi-pouce de largeur : 3°. enfin une lame extrêmement mince de cire blanche *D*, de la même grandeur, & de la même figure que la plus grande des deux feuilles de métal. Qu'on préſente enſuite vis-à-vis de ces trois corps, & parallelement à la ligne dans laquelle ſont leurs centres, un tube de verre bien électriſé, comme on voit par la *figure* 7.

EFFETS.

ON verra preſque toujours la grande feuille de métal *C* ne faire qu'un petit mouvement vers le tube, tandis que la cire *D* paroît conſtamment attirée, & d'une maniere très-ſenſible ; on remarquera auſſi que le

XX. LEÇON.

mouvement de la plus petite feuille de métal *F*, tant pour être attirée que pour être repoussée, sera bien plus vif que celui des deux autres corps.

Le même tube paroît donc plus électrique, si l'on en juge par les mouvemens de la cire, que si l'on s'en rapporte à ceux qu'il imprime à la grande feuille de métal ; & les deux feuilles de cuivre qui ne diffèrent entr'elles que par la grandeur, indiquent encore des degrés d'Electricité fort différents.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ un tube de verre ou un globe, & communiquez avec l'un ou avec l'autre la vertu électrique à une barre de fer, ou à un tuyau de fer-blanc isolé : comparez entr'elles les impressions que pourront faire sur la peau de votre visage les émanations invisibles de ces différents corps électrisés, pour savoir quelles sont les plus fortes, ou celles qui se font sentir à une plus grande distance.

EFFETS.

XX. LEÇON.

IL eſt certain qu'en faiſant cette comparaiſon de la maniere que je viens d'indiquer, vous trouverez les écoulements qui viennent du verre frotté, plus ſenſibles, & agiſſant de plus loin que ceux du conducteur iſolé.

Cependant vous pourrez obſerver en même temps que tous les autres ſignes d'Electricité ſont communément plus forts de la part du conducteur, que de la part du globe ou du tube; les aigrettes & les étincelles qui ſortent du verre, ne ſont pas comparables pour la grandeur, ni pour la force, à celles que donne la barre de fer iſolée; & ſi l'on veut produire de grands effets, c'eſt par l'Electricité communiquée qu'on y parvient, plutôt que par celle qu'on excite en frottant.

Les émanations électriques qui ſe font ſentir par leur choc contre la peau ou par leur odeur, & qui ſont aſſurément des ſignes d'Electricité bien certains, ne peuvent donc ſervir à déterminer ſon degré de force,

XIX. LEÇON.

si les corps électrisés que l'on compare entr'eux, ont acquis leur vertu par différens moyens, puisque ces effets, comme on vient de le voir, sont communément plus ou moins sensibles selon la maniere dont un corps a acquis son Electricité, par frottement ou par communication. On verra même par des observations que je rapporterai ci-après, que ces émanations venant du même corps, peuvent se faire sentir plus ou moins fortement dans certaines circonstances qui ne changent rien à l'état du corps électrisé, mais seulement à celui de l'Observateur qui les éprouve.

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ un conducteur qui soit un tuyau de fer-blanc de deux pouces de diametre ou environ, sur 5 à 6 pieds de longueur, & ouvert de part & d'autre. Observez d'abord tous les signes d'Electricité qu'il donnera dans cet état; ensuite bouchez le bout qui est le plus reculé du

globe, avec une piece de métal solide, qui soit terminée en pointe courte & fort mousse, bien arrondie, & sans aucun angle. XX. LEÇON.

EFFETS.

VOUS remarquerez infailliblement, en multipliant les épreuves, que tous les autres signes d'Électricité subsistant à-peu-près les mêmes dans les deux cas, les aigrettes qui paroissent au bout du conducteur dans le premier, sont très-différentes de celles qu'on voit dans le second; celles-ci fort grosses, & fournies de rayons très-denses, s'élancent avec bruit, & par intervalles; celles-là plus continues, ressemblent à une frange de lumiere plus rare, & d'un feu plus léger; de sorte que si l'on n'avoit égard qu'aux aigrettes, on croiroit volontiers que la vertu électrique du conducteur est d'abord foible, & ensuite beaucoup plus forte.

Dans les intervalles de temps où les aigrettes ne paroissent pas au bout de la grosse pointe, ou bien dans des circonstances défavorables à la vertu électrique, si les aigrettes ne paroissent

XX. LEÇON.

point du tout, on les fera naître en approchant le plat de la main de l'endroit où on les attend.

Ce dernier résultat prouve encore que la proximité de certains corps peut faire paroître des aigrettes où il n'y en auroit pas, ou augmenter la grandeur & la force de celles qui seroient foibles, & le tout, sans que les autres signes annoncent ni plus ni moins d'Electricité dans le conducteur ou dans le globe.

Et comme les étincelles sont formées par des aigrettes dont les rayons se condensent, & se réunissent en un seul trait de feu, on doit s'attendre que les mêmes causes qui augmentent celles-ci, rendront aussi celles-là plus fortes & plus apparentes.

Quant à la douleur plus ou moins grande que les étincelles font sentir, c'est encore une occasion d'erreur pour quiconque ne voudra consulter que ce signe d'électricité; outre qu'il y a des personnes moins propres que d'autres à exciter ces feux, il peut arriver que la même, & avec le même doigt, les ressente plus ou moins, parce qu'elle les aura reçus à quel-

que endroit de la peau plus ou moins sensible.

XX. LEÇON.

RÉFLEXIONS.

PAR les quatre premieres expériences de cet article, on voit que le corps non-électrisé, ou réputé tel, produit vis-à-vis de celui qu'on électrise tous les signes ordinaires d'Electricité : on voit par les quatre dernieres, que tous ces phénomenes, lors même qu'ils sont produits par un corps électrisé, sont sujets à des variations considérables, occasionnées par des causes étrangeres : faut-il conclure de-là que nous ne pouvons porter aucun jugement certain sur le sujet où réside véritablement l'Electricité, ni sur les différents degrés de force que cette vertu peut avoir ? Ce seroit prendre un parti outré : je pense que nous ferons plus sagement, en réformant nos idées, si l'expérience nous y contraint, & en profitant des leçons qu'elle nous donne, pour ne point attribuer à la cause principale ce qui n'est dû qu'aux circonstances.

Nous nous sommes accoutumés à

XX. LEÇON.

croire & à dire qu'un corps ne peut s'électriſer qu'autant qu'il eſt iſolé : en prenant cette regle au pied de la lettre, nous nous ſommes accordés à nommer *non-électriſé* ou *non-électrique*, celui qui n'eſt point iſolé, & ſur lequel on ne fait point agir immédiatement le globe ou le tube de verre. Mais devons-nous maintenant appeler de ce nom, d'une maniere abſolue & ſans correctif, un corps à qui nous voyons faire preſque tout ce qui annonce l'Electricité d'un conducteur iſolé ? L'homme de la quatrieme expérience, qui eſt debout ſur le plancher, eſt-il dans ſon état naturel quand il ſort du bout de ſon doigt un ſouffle très-ſenſible, des aigrettes lumineuſes, des étincelles qui éclatent avec bruit & avec douleur, &c ? peut-on dire que le ſujet de ces phénomenes, univerſellement reconnus pour être des ſignes d'Electricité, ne ſoit point affecté de cette vertu ?

Mais cet homme, me dira-t-on, ne produit ces effets que par le bout de ſon doigt, bien différent en cela des conducteurs iſolés, dont l'Electricité ſe manifeſte de toutes parts.

Je conviens de cette différence ; j'avoue que l'homme dont il s'agit, n'eſt point électrique au point d'en donner des marques par toutes les parties de ſon corps ; mais pour être électrique, & pour en porter le nom, faut-il qu'il reſſemble de tout point à un conducteur iſolé ? ſi cela étoit ; on ne pourroit pas dire qu'on ſe fait électriſer quand on fait ſur ſoi-même l'expérience de Leyde ; car celui qui reſſent la commotion, n'eſt point électrique à la maniere d'un conducteur iſolé.

XX. LEÇON.

Et d'ailleurs, qui nous aſſurera que cet homme, qui ne montre des ſignes d'Electricité qu'au bout de ſon doigt, n'en donneroit point par toutes les autres parties de ſa perſonne, s'il étoit vis à-vis d'un corps beaucoup plus électrique que ne le ſont nos conducteurs iſolés dans les cas ordinaires ?

Pour moi, il me ſemble qu'on doit nommer *électrique*, ou regarder comme *électriſé*, tout corps en qui la matiere électrique produit quelque effet extraordinaire, tout corps qui devient le ſujet de quelque phénomene d'Electricité, ſauf à déclarer de

XX. LEÇON.

quelle maniere il a acquis cette qualité, & en quoi ſon état differe de celui d'un autre corps autrement affecté de la même vertu.

Deux ſortes de conducteurs ; les uns iſolés, les autres non-iſolés.

SUR ce pied-là je diſtingue deux ſortes de conducteurs, les uns iſolés, qui manifeſtent leur Electricité par toutes les parties de leur ſurface ; les autres non-iſolés, qui ne montrent la leur que par l'endroit le plus voiſin d'un corps électriſé par frottement ou par communication ; & je ferai voir dans la IIIe Section, que la matiere électrique ſe meut eſſentiellement de la même maniere dans les uns comme dans les autres.

Carillon électrique ; application qu'on en peut faire.

L'AIGUILLE ſuſpendue entre les deux timbres de la troiſieme expérience, produit un petit carillon qui dure autant de temps que l'électriſation par laquelle elle eſt miſe en jeu : il eſt aiſé de voir, qu'en multipliant les timbres & en variant à propos leurs dimenſions, un curieux qui prendra goût à cet amuſement, en pourra faire réſonner en grand nombre avec le même globe, pluſieurs à la fois, ſi cela entre dans ſes vues, ou les uns après les autres,

n interrompant par des attouchements bien ménagés, l'Electricité de ceux qu'il voudra tenir en silence. En voilà assez, je pense, pour faire connoître tout le secret de cette jolie invention, & pour mettre sur la voie de l'exécution : au reste, on en a fait un Livre (a) que l'on pourra consulter, si l'on veut de plus amples instructions.

XX. LEÇON.

On fera du carillon électrique une application plus sérieuse, & peut-être plus utile, si l'on met l'appareil des timbres à portée de recevoir l'Electricité naturelle, je veux dire, celle qui regne quelquefois dans notre atmosphere, sur-tout aux approches des orages accompagnés de tonnerre ; car la nuit comme le jour on en sera averti par ces sons ; & leur fréquence plus ou moins grande indiquera encore si cette Electricité est plus ou moins forte, plus ou moins dangereuse. Voyez ma septieme Lettre sur l'Electricité, *Tome I*, *page* 163 *& suiv.*

Il seroit bien à souhaiter que nous

Electrometre.

(a) Le Clavecin électrique, chez Guerin & Delatour, rue Saint Jacques.

XX. LEÇON.

euſſions quelque inſtrument propre ; non-ſeulement à nous indiquer ſi un corps eſt électrique, mais de combien il l'eſt plus qu'un autre, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps, ou dans des circonſtances différentes : ce ſeroit-là véritablement l'*Electrometre* que nous cherchons depuis long-temps, que quelques-uns ſe ſont flattés d'avoir trouvé, mais que perſonne ne poſſede, pour dire les choſes comme elles ſont. Tout ce qu'on nous a offert pour meſurer l'Electricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laiſſe pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électriſe, & qui deviennent divergents entr'eux en devenant électriques avec le corps auquel ils tiennent ; l'angle plus ou moins ouvert qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous dit à-peu-près ce que nous devons penſer de leurs degrés d'Electricité comparés entr'eux ; mais il nous laiſſe ignorer quelle eſt leur Electricité abſolue.

Il y a plus ; c'eſt que ſi le conducteur eſt un aſſemblage de différents corps plus électriſables les uns

que les autres, ces deux fils pendants nous feront bien remarquer qu'il y a dans l'un plus d'Electricité que dans un autre ; mais par cela même que les différentes parties du conducteur ſont ſuſceptibles de différents degrés de vertu, l'état de l'une ou de l'autre fût il bien connu, nous laiſſera toujours très-incertains du degré d'Electricité qui appartient au globe d'où procede cette vertu.

XX. LEÇON.

Choix des ſupports pour iſoler.

LA cinquieme expérience nous apprend combien le choix des ſupports eſt important, quand il s'agit d'apprécier l'action des corps électriſés ſur les autres corps qu'on leur préſente ; elle paroît d'autant plus forte, que ces ſupports ſont plus propres à s'électriſer par communication. Cependant M. Dufay préféroit les appuis de verre ou de cire d'Eſpagne, pour poſer les corps légers qu'il vouloit attirer ; mais il prenoit la précaution de les chauffer auparavant ; & j'ai obſervé que ces matieres, quand elles ont été préſentées au feu, quoiqu'elles ne ſoient pas de la nature des conducteurs, ne laiſſent pas d'avoir avec eux quel-

que chose de commun que j'expliquerai par la suite.

XX. LEÇON.

Certains corps plus attirés & repoussés que d'autres.

LES corps électrisés attirent généralement toutes sortes de corps assez légers ou assez libres pour obéir à la matiere invisible qui les met en jeu ; mais ils enlevent plus facilement les uns que les autres ; il est certain qu'à volumes & poids égaux, une feuille de cuivre battu est attirée, & repoussée plus vivement & de plus loin qu'un morceau de papier ; un ruban mouillé, mieux que le même ruban sec, quoique celui-ci soit plus léger, &c. Cela ne tient point à la couleur, comme on l'avoit soupçonné ; on s'en est assuré par des expériences décisives ; il y a tout lieu de croire qu'il faut s'en prendre à la densité, qui étant plus grande dans le métal & dans le ruban mouillé, &c. met ces corps plus en prise à la cause impulsive qui les porte vers le corps électrisé, ou qui les en éloigne. La grandeur, la figure, le sens dans lequel le corps attirable se présente, sont encore des choses qui doivent entrer en considération ; mais ce que j'ai à dire sur cela, s'entendra mieux

quand j'aurai fait connoître la cause premiere des attractions & des répulsions.

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans les Conducteurs.

TOUS les signes d'Electricité, dont j'ai fait mention dans cet article, subsistent autant de temps que l'on fait durer l'électrisation du conducteur isolé; mais dès que l'on cesse de frotter le verre de qui il tient sa vertu; les émanations sensibles, les aigrettes lumineuses, l'odeur de phosphore s'évanouissent presque toujours, & il ne reste que les attractions, les répulsions & les étincelles: & ces derniers signes ont coutume de durer plus long temps quand le conducteur a beaucoup de masse & de surface, que quand il est menu, toutes choses égales d'ailleurs: j'ai vu souvent des barres de fer pesant 60 ou 80 livres, attirer & étinceler plus de six heures après avoir été électrisées, parce qu'elles étoient demeurées isolées, & que rien n'y avoit touché.

Les conducteurs qui gardent plus long-temps leur vertu électrique, la perdent aussi plus difficilement, quand on veut la leur ôter par des

XX. LEÇON.

attouchements ; ceux dont je viens de faire mention, produiſent ordinairement pluſieurs étincelles avant que d'être entierement déſélectriſés ; il n'en faut le plus ſouvent qu'une pour avoir cet effet ſur les autres ; on a vu des hommes électriſés dans des circonſtances favorables, mettre pied à terre, faire pluſieurs pas, remonter ſur leur gâteau de réſine, & paroître encore ſenſiblement électriques. Mais il faut convenir que cela eſt extraordinaire.

Le verre, comme nous l'avons dit, s'électriſe difficilement par communication ; mais quand on eſt parvenu à l'électriſer de cette maniere, on en obtient des effets dont les autres conducteurs ne ſont pas capables, & que j'aurai ſoin de faire connoître : il garde auſſi ſon Electricité plus long-temps qu'aucune autre matiere que l'on connoiſſe, ſoit qu'il l'ait acquiſe par frottement, ſoit par communication : ſouvent il en donne encore des marques très-ſenſibles au bout de trente ou trente ſix heures.

Le verre électriſé de l'une ou de l'autre

XX. LEÇON.

Durée de la vertu électrique dans le verre.

l'autre maniere perd bien plus difficilement son Electricité que les conducteurs communs ; je ne parle pas seulement de la durée, mais de la ténacité, pour ainsi dire, avec laquelle la vertu électrique paroît résider en lui : tirez une étincelle d'un homme électrisé, ou touchez seulement son habit avec le bout de votre doigt, en voilà assez pour lui enlever le pouvoir de donner aucun signe d'Electricité ; & si vous touchez pareillement un tube de verre nouvellement frotté, à peine déséléctriserez-vous l'endroit qui aura éprouvé cet attouchement ; & si vous posez ces instrumens sur des corps électrisables & non-isolés, une heure ou deux après, vous pourrez les trouver encore en état d'attirer & de repousser très-sensiblement.

Le globe ou le tube de verre, quand on a cessé de le frotter, continue de lancer des émanations invisibles, d'attirer & de repousser, d'étinceler vis-à-vis les corps qu'on lui présente, s'ils sont de nature à faire des conducteurs, de faire sentir l'odeur de phosphore ; mais il est rare qu'il

XX. LEÇON.

donne des aigrettes lumineuſes ; & les étincelles qu'il produit dans les cas ordinaires, ſont plus foibles & éclatent moins que celles qu'on excite autour d'un corps électriſé par communication.

Signes d'Electricité dans le vuide.

QUAND l'Electricité ſe porte dans le vuide, elle ſe manifeſte, comme dans le plein air, par des attractions & par des répulſions, à quelque différence près dont nous ferons mention dans la ſuite ; mais les feux qu'elle produit alors, different beaucoup des aigrettes & des étincelles ordinaires : les premiers n'ont point leurs rayons auſſi diſtincts ni auſſi divergents ; leur feu eſt plus ſerré, & devient, dans certaines occaſions, ſi diffus, qu'il remplit tout le récipient d'une lumiere à-peu-près uniforme ; les dernieres, quand-elles ont lieu, ſont comme foudroyantes, & vont aſſez ſouvent juſqu'à caſſer le vaiſſeau dans lequel elles éclatent.

L'Electricité communiquée ne differe point eſſentiellement de celle qu'on excite par le frottement.

ON voit par ces dernieres obſervations que l'Electricité eſt eſſentiellement la même, ſoit qu'on l'excite par frottement, ſoit qu'elle ſoit communiquée, puiſque dans l'un & dans

l'autre cas, elle s'annonce par des signes de la même nature, & qui ne different que par des plus ou par des moins.

On doit remarquer aussi que tous ces effets que nous prenons pour des signes d'Electricité, sont toujours essentiellement les mêmes de la part des corps frottés, comme de la part des conducteurs proprement dits : cependant, c'est par le moyen de ceux-ci qu'on doit agir, quand on cherche à produire les plus grands phénomenes : un tube ou un globe de verre, si bien frotté qu'il soit, ne fera jamais lui-même ce qu'il fait faire à une barre de ferre isolée ou à un homme placé sur un gâteau de cire.

XX. LEÇON.

III. SECTION,

Dans laquelle on expoſe ce que l'expérience a fait connoître de plus certain, & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale des Phénomenes électriques.

JE ne cherche pas ſeulement à rendre raiſon de tel ou tel fait en particulier : pluſieurs des phénomènes électriques s'expliquent viſiblement l'un par l'autre : l'Electricité, par exemple, ſe porte à 1200 pieds de diſtance par une corde de chanvre, tandis qu'elle s'étend à peine à quelques pieds par une corde de ſoie : cette différence vient, comme on ſait, de ce que les corps les moins électriques par eux-mêmes ſont les plus propres à le devenir par communication, & réciproquement. Une feuille de métal qui a touché un tube de verre nouvellement frotté, s'en éloigne enſuite conſtamment : on ſait que cela ſe fait ainſi, parce que

généralement tout corps électrisé par voie de communication, s'écarte, autant qu'il peut, de celui qui l'a mis en cet état, &c. Mais ces causes prochaines sont elles-mêmes les effets de quelque autre cause plus reculée & plus générale; l'électricité qui se manifeste par tant de phénomenes différents, doit venir primitivement de quelque principe unique, d'un méchanisme peut-être fort simple, que la nature dérobe à nos yeux, dont les effets se multiplient & varient sans cesse par des combinaisons de circonstances dont nous avons peine à démêler & à prévoir les suites.

C'est ce méchanisme secret qui pique depuis long-temps notre curiosité, que je me propose de dévoiler ici : plus j'ai desiré de le connoître, plus j'ai résolu de ne point le deviner au hasard; je me suis défié de l'imagination toujours trop prompte à former des systémes. Si j'ai laissé agir la mienne, ce n'a été que sur la liaison & les rapports que les faits pouvoient avoir entr'eux; si j'ai essayé de deviner ce que je ne voyois pas, j'ai toujours eu soin que mes conjectures fussent fondées sur ce que j'avois vu.

XX. LEÇON.

Je ne proposerai rien que je ne cite les faits qui m'ont instruit, afin qu'on puisse juger si c'est à tort ou avec raison que je me suis déterminé à croire ce que j'avance.

PREMIERE PROPOSITION.

Cette matiere subtile qui se meut autour & au dedans des corps électrisés, & que nous nommons MATIERE ELECTRIQUE, *n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient pensé; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conserve cette direction autant qu'elle peut.*

IL y a des cas où la matiere électrique se montre à nos yeux sous la forme d'un fluide lumineux; & alors rien ne nous empêche de reconnoître comment elle affecte de se mouvoir : mais dans bien d'autres occasions elle demeure invisible; & quoique par ses rayons apparents, elle nous indique d'une maniere assez sûre la direction qu'elle suit lorsque nous ne la voyons plus; cependant,

pour ne laisser sur cela aucune incertitude ni aucun doute, nous porterons nos recherches sur les émanations invisibles comme sur les autres, & nous prouverons que ni celles-ci ni celles-là ne circulent autour du corps qu'on électrise.

XX. LEÇON.

Principe de Méchanique.

IL faut, avant toutes choses, que l'on convienne avec moi de cette regle reçue de tous ceux qui se mêlent de Physique expérimentale ; savoir, qu'un corps qui est choqué directement par un autre corps au point d'en être déplacé, se meut dans la direction de celui qui l'a choqué ; d'où il suit nécessairement qu'on peut juger en toute sûreté du mouvement d'un corps qu'on ne voit pas, par la route qu'il fait prendre à celui qui est apparent : &, en effet, comment jugeons-nous de la direction du vent, si ce n'est par le mouvement des girouettes qu'il dirige, par celui des corps légers qu'il entraîne ? Les courants de matiere magnétique, leur existence supposée, ne sont-ils point admis par tous les Physiciens, comme des causes dont on peut faire usage pour expliquer la direction des aimants ?

XX. LEÇON.

Quand la matiere électrique ſera viſible, nous jugerons donc de ſes mouvements par l'inſpection de ſes rayons ; mais quand elle échappera à notre vue, nous aurons recours à nos autres ſens, ou nous aurons égard à la maniere dont ſon action ſe fera ſentir ſur les autres corps. Je viens aux preuves de notre premiere propoſition.

I. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

RÉPANDEZ ſur une table de bois, ou encore mieux ſur une feuille de fer-blanc, bien unie & bien ſeche, des corps légers de toutes eſpeces, les uns plus petits que les autres, & préſentez au-deſſus un tube de verre bien électriſé, vous remarquerez ce qui ſuit.

EFFETS.

1°. Les plus petits corps, ſur-tout ceux qui ſont minces & tranchants comme des fragmens de feuilles d'or ou de cuivre, s'élancent ſoit de la table au tube, ſoit du tube vers la table,

table, presque toujours en ligne droite.

XX. LEÇON.

2°. Ceux qui ont un peu plus de volume ou qui sont d'une figure plus arrondie, comme les boulettes de coton, les duvets de plume, &c. souffrent le plus souvent quelques détours; mais ces détours sont irréguliers, tantôt à droite, tantôt à gauche, & n'annoncent point du tout l'impulsion d'un fluide qui circule.

II. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

TENEZ d'une main un tube fortement électrisé, & avec l'autre main, présentez-lui un fil de soie ou de lin que vous tiendrez seulement par un bout.

EFFETS.

DE quelque façon que vous teniez ce fil, vous observerez qu'il se dirigera toujours dans une ligne droite qui tend au tube *F*, (*fig.* 7).

Cette expérience se fait encore mieux, quand on présente le fil, ou un rubin, à une barre de fer que

l'on électrise par le moyen d'un globe de verre.

XX. LEÇON.

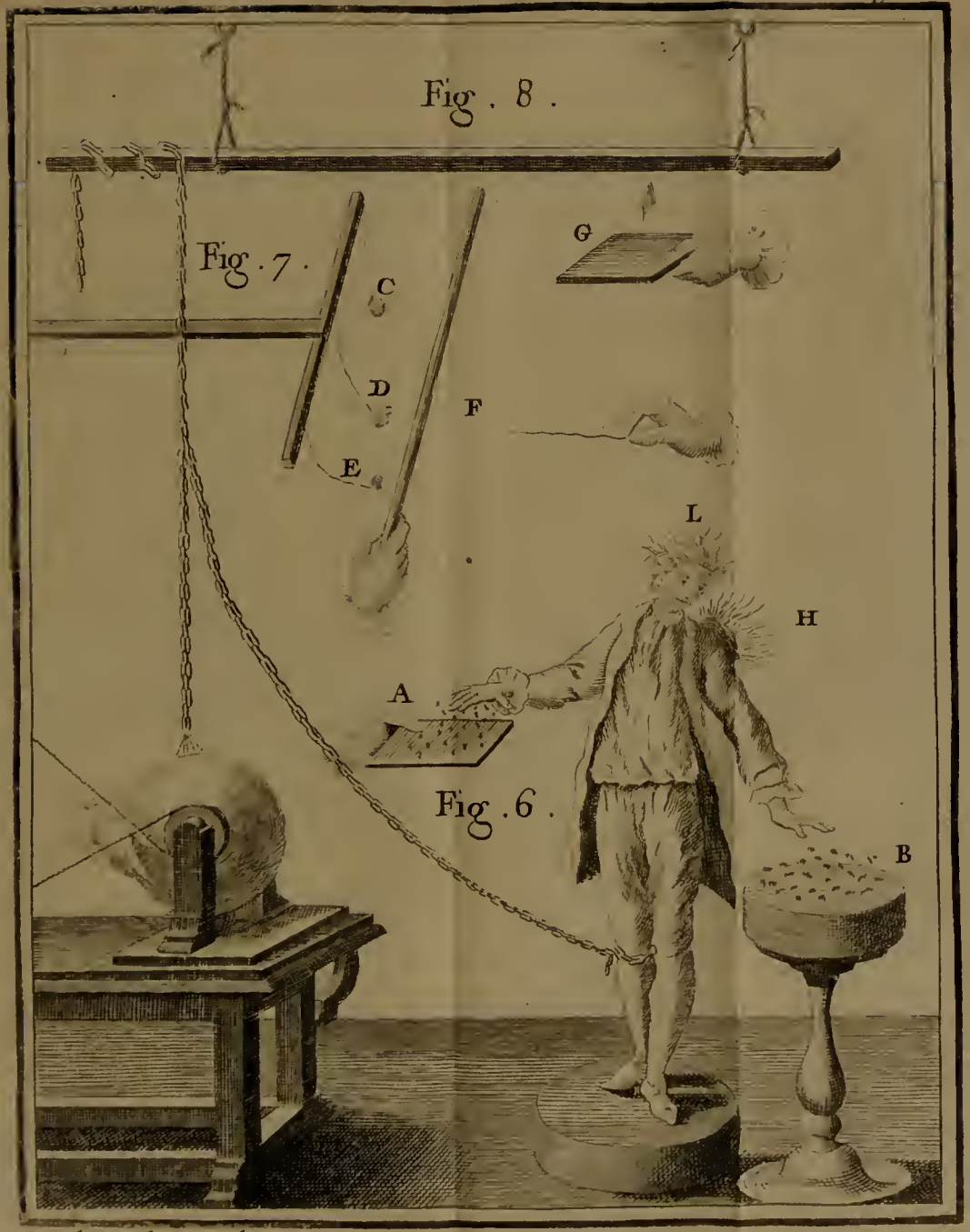
III. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SOUS une barre de fer suspendue horizontalement & que l'on continue d'électriser, présentez une feuille d'or ou de cuivre qui ait environ un pouce & demi en quarré ; présentez-la par son tranchant, en la tenant sur une assiette de métal, ou sur une feuille de fer-blanc, ou bien sur un carton mince sous lequel vous tiendrez le doigt ou la main *G*, (*figure* 8).

EFFETS.

VOUS verrez cette feuille de métal aller & venir entre son support & la barre de fer ; & avec un peu d'attention & d'habitude, vous parviendrez à la faire demeurer suspendue à quelques pouces au-dessous de la barre de fer ; alors elle n'aura d'autre mouvement que celui de se promener, comme en sautant le long de la barre électrisée.



Colin del. et Sculp.

OBSERVATIONS.

XX. LEÇON.

A juger des mouvements de la matiere électrique par ceux qu'elle imprime, & par ſes effets les plus conſtants & les plus réglés, il paroît donc qu'elle ne circule point, & que l'atmoſphere qu'elle forme autour du corps électriſé, n'eſt point un tourbillon proprement dit.

Quand je dis que la matiere électrique ſe meut en ligne droite, cela doit s'entendre de ſes mouvements libres, ſans obſtacles, & hors des circonſtances qui peuvent les déterminer d'un côté plus que de l'autre : c'eſt pourquoi, dans les expériences rapportées ci-deſſus, & dans beaucoup d'autres que l'on pourroit citer pour prouver la même propoſition, il faut conſidérer que ſouvent la peſanteur des corps attirés ou repouſſés, combinée avec l'impulſion de la matiere électrique, peut produire des mouvements en ligne courbe ; mais ce qu'il y a de bien conſtant, c'eſt que toutes ces déviations ne montrent point une circulation, & qu'elles ſont auſſi variables que les

causes fortuites à qui elles sont dues.

XX. LEÇON. Il en est de même des mouvements de la matiere électrique, lorsqu'elle est apparente par sa lumiere : les rayons des aigrettes, les traits de feu qu'ils forment en se réunissant pour étinceler, sont naturellement droits ; mais le doigt ou un morceau de métal qu'on leur présente, les détermine à se courber ; & avec tout cela cependant on ne voit jamais ces émanations lumineuses tourner en forme de tourbillon, autour des corps qui les lancent ou qui les reçoivent. *Voyez* le 4e & le 5e résultat de la 2e Exp. du premier article.

SECONDE PROPOSITION.

La matiere électrique s'élance du corps électrisé, & se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance.

IL faut se rappeler ici les résultats des deux premieres expériences rapportées dans le premier article de la premiere section : ce souffle léger, ces especes de filaments invisibles que l'on sent contre la peau, quand

on préſente le viſage ou le revers de la main à un tube ou à un globe de verre nouvellement frotté ; ces aigrettes lumineuſes qu'on voit ſortir par les angles d'une barre de fer électriſée ; ces traits de feu qui éclatent & qui piquent le doigt de celui qui les excite ; tous ces ſignes d'électricité prouvent d'une maniere inconteſtable que le fluide ſubtil qui rend les corps électriques, paſſe réellement du dedans au dehors de ces mêmes corps, & ſe répand autour d'eux juſqu'à une certaine diſtance : on aura preuve complette & ſurabondante de cette vérité, ſi l'on fait bien attention à ce qui réſulte des expériences ſuivantes.

IV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

Preuves de la matiere effluente.

ÉLECTRISEZ fortement une barre de fer iſolée, (*fig.* 9.) dont vous aurez mouillé la ſurface avec de l'eau ou avec de l'eſprit-de-vin, & préſentez-y le revers de la main *A*, comme pour ſentir les émanations inviſibles dont nous avons fait mention pluſieurs fois.

XX. LEÇON.

EFFETS.

AU lieu de ce souffle léger qui ressemble aux attouchements du coton bien cardé, ou d'un duvet de plume extrêmement rare, vous sentirez un vent frais qui fait sur la peau l'impression d'une pluie très-fine & poussée avec force.

Cet effet ne prouve-t-il pas assez clairement que la liqueur dont on a mouillé la barre de fer, est emportée par la matiere électrique qui en sort, & qui étant armée, pour ainsi dire, de ces corpuscules étrangers, frappe avec plus de force que de coutume la main qu'on lui présente, & y fait sentir cette fraîcheur qui est propre aux fluides qui mouillent ?

V. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SUR une barre de fer semblable à la précédente, mais bien essuyée & bien seche, répandez du son de farine ou du tabac grossierement rapé, & que quelqu'un non isolé y porte la main tandis qu'on commence à faire agir le globe, afin qu'elle ne s'électrise que dans l'instant où l'on voudra observer les effets.

EFFETS.

XX. LEÇON.

DÈS que la barre de fer deviendra électrique, on verra le ſon ou le tabac qu'on aura mis deſſus, s'élever en l'air comme s'il étoit ſoufflé par-deſſous *B*, (*fig.* 9).

Il eſt effectivement ſoufflé & enlevé par les émanations inviſibles, mais très-ſenſibles, que l'on ſent avec la main ou avec le viſage autour de tous les conducteurs qu'on électriſe : ſeroit-il raiſonnable de méconnoître cette cauſe qui ſe préſente ſi naturellement ?

VI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

QU'ON électriſe fortement un homme iſolé ſur un gâteau de réſine ou autrement ; ſi cet homme portè ſes cheveux ou une perruque ſans pommade, il ſuffira qu'il reſte découvert, ſinon l'on pourra ſuppléer à ſes cheveux par une poignée de filaſſe qu'on lui placera ſur la tête, ou qu'on lui attachera en quelque endroit. *Voyez I* ou *H*, (*figure* 6).

XX. LEÇON.

EFFETS.

A mesure que cet homme s'électrisera, vous verrez ses cheveux se dresser en l'air en se tenant écartés les uns des autres ; & vous rendrez cet effet encore plus sensible, si vous tenez votre main étendue, ou une plaque de métal à une distance de 7 à 8 pouces au-dessus de lui.

Des cheveux qui se dressent ainsi, tandis qu'on les électrise, annoncent, on ne peut pas mieux, l'écoulement de la matiere qui les enfile, & qui les tient dans cette direction ; & si vous en doutez encore, faites cette expérience dans un lieu privé de lumiere, & vous appercevrez souvent aux extrémités de ces cheveux hérissés, de petites houppes lumineuses qui ne peuvent être que l'effet de la matiere électrique qui s'enflamme en débouchant de ces petits canaux dans l'air extérieur.

OBSERVATIONS.

JE ne m'arrêterois pas davantage à prouver ma seconde proposition, si je voulois la restreindre au verre électrisé & aux conducteurs qui reçoivent

de lui leur vertu : premierement, parce que tout le monde convient avec moi que de ces corps, quand on les électrise, il sort réellement une matiere qui se répand au dehors ; secondement, parce que je crois que cela est suffisamment prouvé par les expériences que je viens de citer, pour toute personne qui ne cherche point à contester, mais seulement à s'instruire.

Mais je ne dois pas dissimuler que j'ai contre moi quelques Auteurs qui ne veulent point convenir, en général, que tout corps électrisé lance hors de lui la matiere électrique ; ils exceptent le soufre, la cire d'Espagne, la soie, & en général toutes les matieres que nous nommons *résineuses*, en parlant d'Electricité ; prétendant que ces corps, quand ils sont électrisés, bien loin d'avoir des émanations comme le verre & les conducteurs, ne font qu'en tirer des leurs ou des autres corps qui les environnent. Je suis donc obligé de pousser plus loin mes preuves, & de montrer, contre la prétention de ces Messieurs, que les conducteurs électrisés par le soufre, par la cire

XX. LEÇON.

d'Eſpagne, &c. ne different point eſſentiellement de ceux ſur leſquels on fait agir le verre frotté, & que les uns comme les autres ont des écoulemens réels de matiere électrique, qui ſe portent du dedans au dehors.

VII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

EN la place d'un globe de verre, mettez-en un de ſoufre, & électriſez, par un temps convenable, une verge plate de fer de deux ou trois lignes d'épaiſſeur & de quatre à cinq pieds de longueur, & répétez avec ce conducteur la 4e & la 5e Expérience.

EFFETS.

SI l'Electricité eſt paſſablement forte, vous reconnoîtrez, en préſentant la main, que la liqueur eſt enlevée de deſſus la ſurface du fer, par l'électriſation du globe de ſoufre comme par celle du verre; vous verrez de même que le ſon de farine ou les autres poudres ſeront enlevées comme dans la 5e Expérience, quoique peut être avec moins de force. *Voy. C, D,* (*fig.* 10).

VIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ avec le même globe de ſoufre une autre verge de fer, ou la même qui ſoit terminée en pointe menue, & regardez attentivement ou à la vue ſimple, ou avec un verre lenticulaire de deux pouces de foyer, ce qui ſe paſſe au bout de ce conducteur *E*, (*figure* 10).

EFFETS.

VOUS y appercevrez un petit feu court, dont vous aurez peine à diſtinguer le mouvement à la vue ſimple ; mais, avec le verre qui groſſit, vous verrez immanquablement que c'eſt une petite aigrette de matiere enflammée, dont les rayons divergent & s'épanouiſſent, comme celles qu'on voit aux extrémités anguleuſes ou à la pointe *F*, (*fig.* 9.) d'un conducteur électriſé par le verre, & auxquelles elle reſſemble parfaitement, à cela près qu'elle eſt plus petite.

S'il vous reſte des doutes ſur la vraie direction des rayons de cette

XX. LEÇON.

aigrette, si vous soupçonnez que ce puisse être une matiere qui entre dans la pointe plutôt qu'une matiere qui en sort, vous ferez cesser vos incertitudes en faisant les épreuves suivantes.

IX. EXPÉRIENCE.

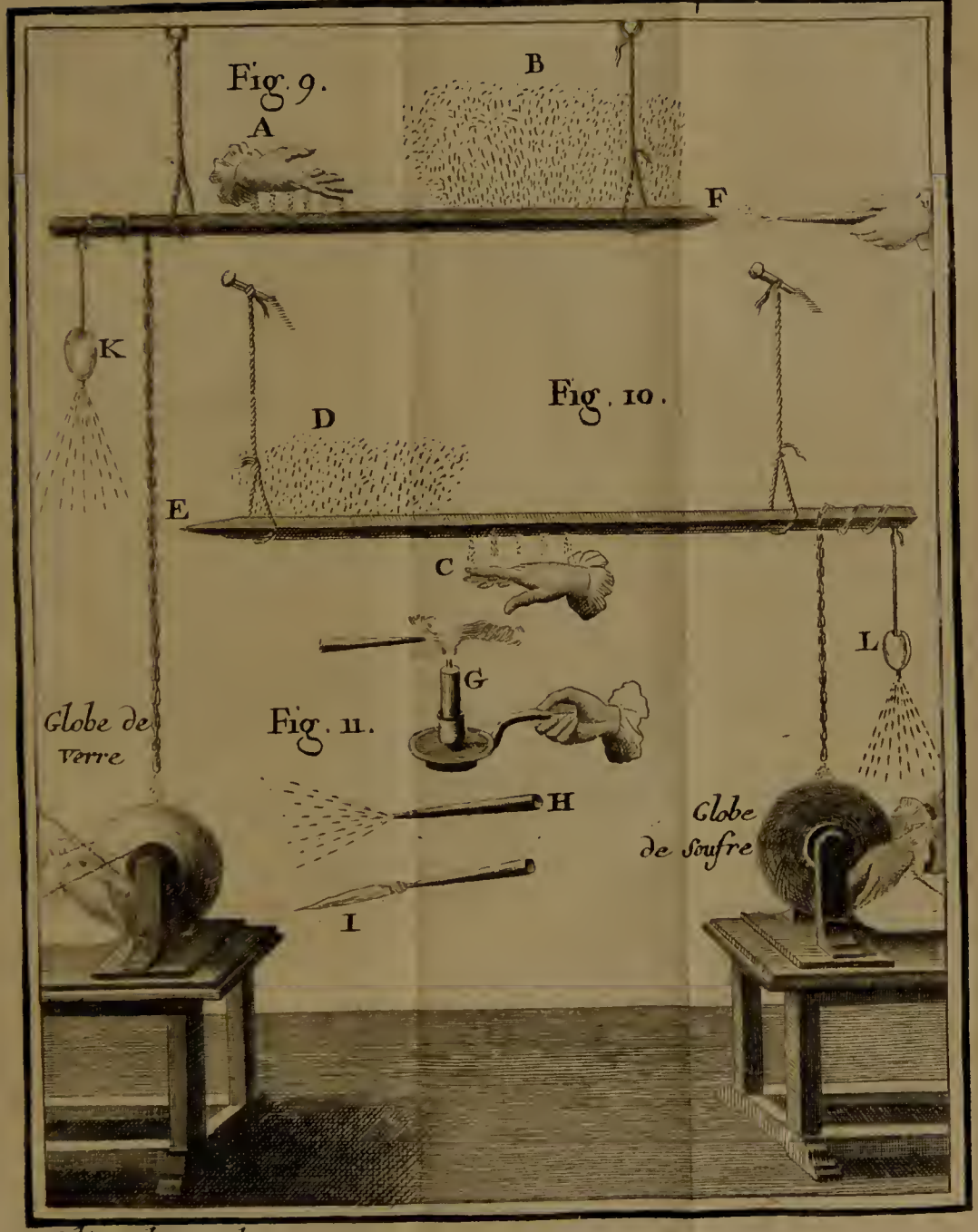
PRÉPARATION.

PRÉSENTEZ à la pointe où paroît la petite aigrette, que d'autres appellent le point lumineux, une chandelle *G*, (*fig.* 11.) nouvellement éteinte, de maniere que le jet de fumée qui reste, passe à quelques lignes de distance vis-à-vis de cette même pointe.

EFFETS.

EN répétant plusieurs fois cette épreuve, vous remarquerez qu'une grande partie de la fumée est chassée en avant, comme s'il sortoit un souffle de la pointe vis-à-vis de laquelle on la fait passer.

Et véritablement il en sort un petit vent que l'on sent sur la peau de la main quand l'Electricité est un peu forte, & à-peu-près comme on l'éprouve avec un pareil conducteur qui tient son Electricité du verre.



Gelin del. et Sculp.

X. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut ajuſter à l'extrémité du onducteur des expériences précé- entes, une pointe de métal *H*, (*fig.* 1.) qui ſoit creuſe, & au bout de la- uelle il y ait un très-petit trou, de anière qu'une liqueur, par ſon poids, 'en puiſſe ſortir que goutte à goutte ; n pourra la faire de fer-blanc, & la harger d'eſprit-de-vin.

EFFETS.

LORSQUE le globe de ſoufre élec- riſera le conducteur & le tuyau ointu qui le termine, la liqueur, qui omboit goutte à goutte auparavant, 'écoulera avec une accélération très- nſible, & par pluſieurs petits jets ontinus & divergents qui repréſente- ont une ſorte d'aigrette.

Et ſi avec une chandelle allumée, n met le feu à l'eſprit-de-vin, on erra la flamme qui en naîtra, ſe orter en avant comme celle d'une ougie que l'on ſouffle avec un cha- umeau *I*, (*figure* 11).

XX. LEÇON.

RÉFLEXIONS.

Identité des feux électriques produits par le soufre, & de ceux qui sont produits par le verre.

LES dernieres expériences que je viens de rapporter, & qui ont été vérifiées de la maniere la plus authentique, prouvent, ce me semble, inconteſtablement, que, d'un conducteur électrisé par le soufre, il émane une matiere fluide, capable d'impulsion & de s'enflammer; car elle se montre sous la forme d'aigrette lumineuse, & elle pousse en avant les poussieres, &c. Je dis que ce fluide est la matiere électrique; & si l'on me le conteste, je demande qu'on m'apprenne donc ce que c'est que cette matiere qui ne paroît que par l'électrisation qui produit les phénomenes de l'électricité, & qui ne differe point de celle que je vois aux conducteurs électrisés par le verre, d'où l'on convient qu'elle sort.

Les aigrettes, dit-on, que fait paroître le soufre au bout de ses conducteurs, sont toujours bien plus petites que celles des mêmes conducteurs électrisés par le verre.

Cela est vrai; mais qu'est-ce que cela fait à la nature de ces feux &

à la direction de leurs mouvements ?

La flamme d'une très-petite bougie differe-t-elle par eſſence de celle d'un gros flambeau ? La différence de leurs volumes met-elle quelqu'un en droit de le prétendre, non plus que d'aſſurer que l'une ſe meut en ſens contraire de l'autre ?

XX. LEÇON.

On m'allegue qu'il y a des raiſons de convenance & d'analogie, qui menent à croire que les petits points de lumiere qu'on apperçoit à la pointe du conducteur électriſé par le ſoufre, ſont produits uniquement par une matiere qui entre, & non point par une matiere qui ſort.

Je ne connois point ces raiſons ſur leſquelles on prétend ſe fonder, ou ſi je les connois, je crois devoir les apprécier bien au-deſſous de ce qu'on veut les faire valoir ; mais quelles qu'elles puiſſent être, ces raiſons de convenance & d'analogie peuvent-elles prévaloir contre des faits bien conſtatés & déciſifs ? Quand je vois ſortir la matiere électrique d'un corps, quand je m'en ſuis aſſuré par des preuves ſans réplique, quand vingt témoins capables d'en juger,

XX. LEÇON.

& qui n'ont point à desirer que cela soit ou ne soit point, m'assurent que je ne me suis point trompé, & qu'ils voient ce que j'ai vu, dois-je préférer à cette évidence l'opinion de deux ou trois hommes qui s'obstinent à dire que je suis dans l'erreur, parce que, disent-ils, ce que je soutiens ne peut quadrer avec l'idée qu'ils se sont faite de la vertu électrique?

Je persiste donc à croire & à dire, d'après les expériences rapportées ci-dessus, que de tous les corps, sans exception, qui sont électrisés soit par le verre, soit par des matieres résineuses, il sort des jets de matiere électrique, tantôt visibles, tantôt invisibles, qui se portent en avant, soit dans l'air qui les environne, soit dans les autres corps qui les avoisinent.

Et comme ces émanations se font voir ou sentir de toutes parts autour des conducteurs j'ajoute qu'elles débouchent en même temps par une infinité d'endroits, & qu'elles forment autour d'eux une atmosphere de rayons droits & animés d'un mouvement progressif; mais quoique ces

jets

jets de matiere effluente soient certainement en très-grand nombre, cependant je crois être en état de prouver la proposition suivante.

TROISIEME PROPOSITION.

La matiere qui sort des corps électrisés, n'occupe qu'une partie des pores de leur surface, ceux apparemment qui sont les plus ouverts & les plus propres à favoriser ses éruptions.

XI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

SI l'on répete la cinquieme expérience, non pas avec du son de farine, ni avec du tabac rapé, mais avec de la poudre à poudrer les cheveux, que l'on aura tamisée ou fait tomber avec une houppe sur le conducteur, on remarquera les effets suivants.

EFFETS.

1°. DÈS que la barre de fer devient électrique, la plus grande partie de la poudre s'éleve en l'air & se dissipe.

2°. Mais il en reste sur la surface

XX. LEÇON.

du fer électrisé une infinité de petites parties qui ne s'en vont point, quoique l'on continue de frotter le globe.

3°. Cependant cette portion de poudre est de nature à être enlevée comme la premiere ; car si on la ramasse sur quelque endroit du conducteur, la plus grande quantité partira, & il en restera encore, dans ce même endroit, une portion qui ne sera pas enlevée. Comme les parcelles de poudre qui sont enlevées de dessus le conducteur, nous indiquent les endroits par où s'élance la matiere électrique qui les chasse, celles qui restent nous donnent à penser qu'elles reposent sur des places d'où il ne sort rien ; car toutes les parties de la poudre étant également mobiles, on doit croire que celles qui restent en repos ne sont point en prise à la cause impulsive qui fait partir les autres. Or, quoique les endroits découverts par les parties enlevées, soient en très-grand nombre, & fort près les uns des autres ; quand on considere la prodigieuse quantité de pores qui doivent être ouverts à la surface du fer, on conçoit aisément

que la portion de poudre expulsée par les effluences de la matiere électrique, n'en pouvoit couvrir qu'une portion assez médiocre; & il n'est pas vraisemblable que ce qui reste de cette poudre sur le conducteur, tandis que l'on continue de l'électriser, ne repose précisément que sur des parties solides du fer; d'où l'on peut conclure légitimement, comme je l'ai énoncé dans la proposition, que la matiere électrique, en sortant des corps électrisés, n'occupe qu'une partie de leurs pores, qui n'est pas même la plus grande.

QUATRIEME PROPOSITION.

La matiere électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux.

ON a pu remarquer dans les expériences de la section précédente, que toutes les fois que la matiere électrique s'enflamme d'elle-même en sortant par les extrémités ou par les angles d'un conducteur électrisé, & qu'elle devient par-là sensible à la

XX. LEÇON.

vue, elle se présente toujours sous la forme de bouquets épanouis, ou d'aigrettes composées de rayons distincts, & qui vont en s'écartant de plus en plus les uns des autres. Mais on pourroit peut-être imaginer que les effluences de matiere électrique ne prennent cette forme qu'aux extrémités ou aux angles des conducteurs où elles s'enflamment communément ; & que, par-tout ailleurs, chaque émission n'est que d'un seul jet : il faut donc faire voir que la matiere électrique, de quelque endroit du conducteur qu'elle émane, soit qu'elle devienne lumineuse & apparente, soit qu'elle demeure invisible, se divise presque toujours en plusieurs rayons qui vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une aigrette.

XII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut électriser dans l'obscurité une barre de fer, sur toute la longueur de laquelle on aura parsemé des petites gouttes d'eau.

EFFETS.

EN promenant la main d'un bout à l'autre du conducteur & à quelques pouces de distance de la surface, on verra sortir de toutes les gouttes d'eau autant d'aigrettes bien enflammées & bien épanouies, qui feront sur la peau l'impression d'un vent frais & humide. *Voyez les fig.* 9 & 10.

XIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

APRÈS avoir bien essuyé & séché la barre de fer de l'expérience précédente, que l'on arrange sur toute sa longueur plusieurs petits tas de son de farine, ou de cette rapure de bois qu'on met sur l'écriture.

EFFETS.

DÈS que cette barre deviendra électrique, tout ce qui aura été mis dessus, sera enlevé comme dans la 5e. expérience; mais ce qu'il faut bien remarquer dans celle-ci, c'est que les poussieres forment toujours, en s'élevant, une espece de gerbe

XX. LEÇON.

qui indique visiblement que la matiere invisible qui les chasse, s'épanouit de la même maniere. *Voyez les fig.* 9 & 10 aux lettres *B*, *D*.

XIV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

AU lieu des tas de poussiere, que l'on mette, toujours sur la même barre, autant de petits vases qu'on voudra, remplis d'eau, & percés par en bas, de maniere que l'écoulement ne se fasse naturellement que goutte à goutte. Ces vases pourront être, si l'on veut, des coques d'œufs, suspendues comme *K*, (*fig.* 9.) & *L*, (*fig.* 10.) au conducteur avec des fils de fer, & auxquelles on aura adapté par en bas un bout de tube capillaire avec un peu de cire d'Espagne.

EFFETS.

AUSSI-TÔT que le conducteur & ses petits vases deviendront électriques, on verra tous ces écoulements, qui n'alloient que goutte à goutte, s'accélérer, & chacun d'eux se diviser en plusieurs petits jets divergents, &

formant entr'eux une aigrette d'eau.

XX. LEÇON.

Perſonne ne doutera que ces écoulements ne ſoient accélérés par l'impulſion de la matiere électrique qui ſort de l'eau par le tube capillaire, & qui augmente, par ſon mouvement précipité, l'effet du poids qui entraîne la liqueur ; mais pour s'aſſurer que la diviſion & l'épanouiſſement des petits jets ſont encore l'ouvrage de la matiere électrique qui les enfile, on obſervera que chacun d'eux eſt électriſé ; car il ſe plie vers les corps non-iſolés, & étincelle contre eux ; l'on verra de plus, quand l'eau ſera toute écoulée, la matiere électrique en forme d'aigrette au bout du tube où commençoit l'écoulement.

Ces écoulements d'eau électriſés, quand ils ſe font un peu en grand & dans l'obſcurité, ont un effet admirable. Il faut ſuſpendre au bout d'un conducteur, un de ces vaſes de fer-blanc terminés en pointe, dont on ſe ſert pour arroſer les planchers avant que de les balayer : ſi l'eau, en s'écoulant par ſon propre poids, ne forme qu'un jet de la groſſeur d'une

XX. LEÇON.

petite plume à écrire, lorsqu'elle sera électrisée, elle se divisera en une infinité de jets divergents, tous électriques & capables d'étinceler; & à l'endroit de leurs divisions, on verra briller huit ou dix aigrettes de matiere enflammée, arrangée autour de la colonne d'eau, & formant une espece de goupillon de lumiere. *Voyez* mes *Recherches* sur la cause particuliere des phénomenes électriques, 5e *Discours*, p. 343, Pl. 1, (*fig.* 1).

CINQUIEME PROPOSITION.

Tous les corps qu'on électrise soit par frottement, soit par communication, reçoivent, ou de l'air environnant, ou des autres corps voisins, une matiere tout à-fait semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

DE tous ceux qui ont écrit sur l'Electricité, il n'y a personne qui ne convienne avec moi que le soufre, la cire d'Espagne & les matieres résineuses, quand on les frotte, ne reçoivent la matiere électrique ou des corps voisins, ou de l'air ambiant; mais

mais quelques Auteurs soutiennent qu'il n'en est pas de même du verre, qui, selon eux, n'en reçoit uniquement que du corps qui le frotte, & nullement de l'air ni des autres substances qui l'approchent, isolées ou non : c'est donc par des expériences faites avec du verre, que je dois préférablement prouver ma proposition, puisque c'est le seul point sur lequel il reste encore quelque contestation.

XV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

TANDIS qu'une personne non-isolée électrise un globe de verre avec ses mains, si l'on présente vers l'équateur de ce globe, à cinq ou six lignes de distance de sa surface, tel corps que l'on voudra, comme *A*, ou *B*, (*fig.* 12.) pourvu qu'il ne soit pas de ceux qui ne s'électrisent que par frottement, on voit infailliblement les effets suivants.

Preuve de la matiere électrique affluente au verre électrisé.

EFFETS.

1°. ON voit entre le corps que l'on

XX. LEÇON.

préſente, & la ſurface du verre, des petites gerbes ou des franges d'une matiere enflammée.

2°. Les rayons qui compoſent ces feux, ſont animés d'un mouvement progreſſif & ſi rapide, qu'il eſt ſouvent accompagné d'un petit bruiſſement.

3°. Ces feux ſont plus ſerrés, plus animés, plus forts du côté du corps qu'on préſente au verre, & vont toujours en ſe raréfiant & s'affoibliſſant, à meſure qu'ils approchent de celui-ci.

RÉFLEXIONS.

CES effets bien conſidérés & revus mille & mille fois depuis trente ans que j'électriſe, me ſont dire avec confiance, que ces franges ou aigrettes lumineuſes ſont des courants de matiere électrique qui coulent de ces corps que l'on préſente, vers le globe que l'on frotte : cela me paroît d'une telle évidence, que je m'en rapporterois volontiers aux yeux de tous ceux qui en voudront juger par eux-mêmes en ſe faiſant repréſenter l'expérience que je viens de citer ;

mais le fait dont il s'agit ici eſt contraire à un ſyſtême d'Électricité, que quelques perſonnes s'efforcent encore de ſoutenir ; on me le nie ſans façon, en aſſurant que les franges lumineuſes de notre expérience ont une direction toute oppoſée à celle que je leur attribue, & qu'elles ſont uniquement compoſées de la matiere électrique qui ſort du globe, pour ſe jeter dans les corps que l'on met à ſa portée.

Que puis-je faire de mieux en faveur du Lecteur qui ne ſera point à portée d'examiner les effets par lui-même, que d'oppoſer à la prétention de deux perſonnes qui ne ſont point de mon avis, le témoignage unanime de tous les Auteurs qui ſe ſont le plus diſtingués dans cette partie de la Phyſique ? C'eſt une maxime reçue parmi nous, que les raiſons valent mieux que des autorités ; mais les autorités ſont des raiſons quand il s'agit de faits à vérifier.

M. Wilſon, dans un Ouvrage imprimé en Anglois en 1746, après avoir expliqué quelques phénomenes électriques, continue ainſi, ſui-

XX. LEÇON.

vant une Traduction que je tiens d'une main non ſuſpecte : « On expliquera de la même maniere une » autre expérience faite dans une » chambre obſcure ; ſavoir, *la lumiere* » *divergente qui ſort d'un corps non-* » *électrique, tendant au globe de verre* » *qu'on électriſe.* »

M. Waitz, dans ſa Diſſertation, qui a remporté le prix de Berlin en 1745 : « Si l'on fait tourner rapide- » ment, dit-il, un globe de verre ou » de porcelaine, & qu'on le frotte avec » un couſſin, il s'électriſera ; & alors, » *ſi l'on approche de ſa ſurface, le doigt* » *ou un morceau de métal, on verra* » *ſortir de ces corps pluſieurs ruiſſeaux* » *de feu qui feront entendre une ſorte de* » *ſifflement.* » Trad. de l'Allemand.

Dans un Ouvrage de M. Winkler, imprimé à Leipſick en 1746, & intitulé : *De la vertu électrique de l'eau électriſée dans des vaſes de verre*, on lit ce qui ſuit : « Quand on approche le » bout du doigt ou un morceau de » métal d'un vaiſſeau de verre, plein » d'eau qu'on électriſe, on voit, même » pendant le jour, *une lumiere qui* » *s'écoule de ces corps.* »

M. Watſon, dans le Mémoire qui a pour titre : *Suite des expériences & obſervations, pour ſervir à l'explication de la nature & des propriétés de l'Electricité*, s'exprime ainſi : « Le courant » de matiere électrique, *qui va des* » *corps non-électriſés à ceux qui le ſont*, » devient ſenſible au tact ; on le ſent » comme le ſouffle d'un vent frais. »

XX. LEÇON.

M. Boze, dans ſon troiſieme Mémoire intitulé : *De Electricitate inflammante & beatificante*, imprimé en 1744, parle en ces termes : « *Globus è contra* » *cuſpidibus manûs tangitur ; ibi in loco* » *obſcuro attentè adhibeas oculos ; vi-* » *debis, non tam digitorum lucere ex-* » *tremitatem quæ immediatè à globo* » *raditur, ſed eſſe fluxum punctulorum,* » *filorum quaſi ſubtilium decem viginti* » *in cute orientium.* »

Voici de quelle maniere s'exprimoit le feu P. Gordon, dans ſes Elémens de Phyſique expérimentale, pag. 252 : *Si digitus aut aliud corpus propius accedat corpori giranti, è corpore illo admoto lux versùs corpus electricum quaſi erumpere & cum ſtridore & ſibilo in illud ferri obſervatur.*

Dans une Diſſertation du Pere

XX. LEÇON.

Beraud, couronnée par l'Académie de Bordeaux en 1748, on lit ces paroles : « Si on électrise fortement » un globe de verre, & qu'on ap- » proche de ce globe, à la distance » de trois ou quatre lignes, un mor- » ceau de métal, le bout du doigt, » &c. *on voit aussi-tôt jaillir de ces* » *corps, des traits de flamme,* par la » raison que j'ai dite dans l'article » précédent. »

Le feu P. Garo, Minime & Professeur de Physique expérimentale à Turin, dans une Lettre imprimée en 1753, représentoit ceci au P. Beccaria des Ecoles-pies, & son Successeur : « Essendo al bujo accosterete » un dito al vetro stropicciato, chia- » ramente vedrete la lucente ellettrica » materia portarsi continuamente dall' » vostro dito al vetro. »

Il parut à Venise, en 1746, un Ouvrage anonyme, mais de bonne main, intitulé : *dell Ellettricismo.* On y lit, page 310 : « Se dunque ad una » palla di vetro che si fa girare dalla » machina, quando s'avvicina un » dito, esce prima adessa una colonna » di luce che s'alza colla punta d'alla

» ſuperficie della palla, per toccar
» la colonna lucente che gli vien in
» contro, &c.

XX. LEÇON.

A toutes ces citations qui n'ont pas beſoin de commentaires, puiſqu'elles contiennent formellement l'énoncé de ma propoſition par rapport au verre électriſé, je pourrois joindre les témoignages de Meſſieurs Hauksbée, Jallabert, du Tour, le Cat, de Romas, &c.; mais je m'en abſtiens pour abréger, & je finis par un certificat qui fera connoître que j'ai pris toutes les précautions que j'ai pu imaginer, pour ne point me tromper ſur le fait que je ſoutiens ici.

Extrait des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences.

Du 23 Août 1752.

« M. l'Abbé Nollet ayant demandé
» des Commiſſaires pour être témoins
» de pluſieurs expériences qu'il avoit
» faites concernant l'Electricité, l'A-
» cadémie nomma MM. Bouguer, de
» Montigny, de Courtivron, Dalem-
» bert & le Roy, qui ayant été pré-
» ſents aux expériences contenues au
» Journal qu'il en a lu, atteſterent

XX. LEÇON.

» unanimement que les réſultats leur » avoient paru tels que M. l'Abbé » Nollet les a énoncés ; en foi de » quoi j'ai ſigné le préſent certificat, » après avoir paraphé le Journal dont » il s'agit. » A Paris le 2 Septembre 1752.

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or, le Journal dont il s'agit dans ce Certificat, eſt celui qui eſt imprimé à la fin du premier vol. de mes Lettres ſur l'Electricité : voici ce que contient l'article 21. « Un homme s'élec- » triſa ſur un gâteau de réſine, en » tenant dans ſa main la bouteille » de Leyde, tandis qu'on tiroit des » étincelles de ſon crochet : cet hom- » me, en cet état, préſenta ſes doigts » à un demi-pouce près du globe » de verre que l'on frottoit, *& l'on* » *en vit couler des jets de feu continus*, » *comme il arrive à ceux qui ne ſont* » *point électriſés.* »

En concluant de toutes ces preuves, que le verre & en général tous

les corps électrisés par frottement, reçoivent la matiere électrique de tous les autres corps qui sont près d'eux, il ne faut point oublier la restriction que j'ai mise à ma proposition, en excluant toutes les substances qui ne sont pas propres à être *conducteurs*; en effet, le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les résines, &c. quand on les présente au globe ou au tube électrisé, ne font voir que peu ou point du tout ces feux dont nous avons fait mention dans les résultats de la derniere expérience, & ils n'en produisent pas davantage quand on les met vis-à-vis des conducteurs isolés que l'on électrise..

XVI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut répéter ici la 4e Expérience du 3e article de la Section précédente, dont l'appareil est représenté par la *figure* 5, & observer de nouveau tous les résultats dont j'ai fait mention, avec quelques circonstances que je vais y ajouter.

XX. LEÇON.

EFFETS.

1°. La matiere électrique qui ſort du doigt de la perſonne non-iſolée, s'annonce d'une maniere non équivoque par le petit ſouffle qui ſe fait ſentir à la main de la perſonne qu'on électriſe.

2°. Par les rayons de matiere lumineuſe qu'on voit ſortir de ce même doigt, & qui deviennent ſouvent aſſez forts & aſſez alongés pour former une aigrette.

3°. Par les traits du feu qu'il lance en avant, quand il eſt à une certaine proximité de la main électriſée. Et ſi l'on a peine à décider duquel des deux corps vient le trait de feu, à cauſe de ſa prompte éruption, on pourra ſubſtituer au doigt non-iſolé une pointe de métal un peu fine; par ce moyen, l'étincelle ſera plus petite, mais on la verra très-diſtinctement partir de la pointe.

4°. Par l'inflammation de l'eſprit-de-vin; car ſi l'on imaginoit que le doigt non-iſolé ne contribue en rien à cet effet, qu'il ne fournit rien du feu qui éclate, on pourroit aiſé-

ment se détromper en lui substituant un bâton de cire d'Espagne, qui certainement n'enflammera pas la liqueur comme lui.

5°. Par l'odeur de phosphore que le corps non-isolé répand quelquefois, lorsque la vertu électrique est excitée à un certain degré; car cette odeur ressemble parfaitement à celle des aigrettes qui partent des conducteurs qu'on électrise.

6°. Enfin, au lieu du doigt d'un homme non-isolé, on peut présenter à la main électrisée tel corps que l'on voudra, pourvu qu'il soit de la classe de ceux qu'on appelle *Conducteurs*, parce qu'ils s'électrisent mieux par communication que par frottement: & l'on obtiendra de même tous les effets dont je viens de faire mention, avec la seule différence du plus ou moins, les uns étant plus ou moins propres que les autres à fournir la matiere électrique au corps isolé, sur lequel on fait agir le globe.

OBSERVATIONS.

LORSQUE la matiere électrique se

XX. LEÇON.

rend sensible comme dans l'expérience que je viens de rapporter ; on peut juger immédiatement de son existence & de ses mouvements : mais quand elle n'est ni assez abondante ni assez animée pour se faire sentir par elle-même, c'est dans ses effets que nous devons l'étudier. Nous voyons des écoulemens lumineux aux extrémités, aux pointes, ou aux angles d'une barre de fer qu'on électrise, & nous concluons en toute sûreté que la matiere électrique sort & se dissipe par-là. Nous voulons savoir ensuite si cette barre électrisée n'auroit point aux autres endroits de sa surface des émanations de cette même matiere, mais moins animées, & que nos yeux ne peuvent appercevoir ; & d'une voix unanime, nous décidons qu'il y en a, parce que tous les corps légers qu'on place dessus, sont enlevés dans l'instant même qu'elle devient électrique.

Or, quand je vois de pareils corps se précipiter de toutes parts sur cette même barre, tandis que l'on continue de l'électriser, ne puis-je pas dire avec autant de raison, qu'ils me dé-

celent la préſence & l'action d'une matiere inviſible qui vient des corps voiſins ou de l'air ambiant, à la barre de fer électriſée ; ſur-tout quand je ſais d'ailleurs que tous ces corps qui avoiſinent celui qu'on électriſe, étant rapprochés davantage, lui lancent d'une maniere très-apparente des torrents de matiere électrique ?

XX. LEÇON.

Et comme ces attractions apparentes ou plutôt ces appulſions des corps légers au corps électriſé, ſe font en toutes ſortes de ſens, nous avons tout lieu de penſer que cette matiere inviſible qui vient de toutes parts au corps électriſé, au travers de l'air qui l'entoure, forme autour de lui une infinité de rayons convergents dont il eſt comme le terme commun.

XX. LEÇON.

SIXIEME PROPOSITION.

Tout corps électrisé par frottement, ou tout conducteur isolé qu'on électrise, a autour de lui une atmosphere de ce fluide qu'on nomme matiere électrique, dont les rayons animés d'un mouvement progressif vont en deux sens opposés, les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui, de l'air ou des autres corps qui sont autour de lui.

CETTE proposition a deux membres que j'ai déja prouvés l'un après l'autre : j'ai fait voir, d'une part, que la matiere électrique sort du corps qu'on électrise, en forme de rayons divergents, & que ces effluences ou émanations continuent autant de temps que dure l'Electricité ; d'un autre côté, j'ai établi par des expériences concluantes, que l'air & les autres substances qui sont aux environs & à une certaine proximité, fournissent à ce même corps une matiere semblable à celle qu'il perd, & que cet effet commence & cesse avec la vertu électrique ; mais ce que

j'ai ſpécialement en vue préſentement c'eſt de faire voir, par des preuves & par des raiſons inconteſtables, la ſimultanéité de ces deux effets, laquelle eſt de la plus grande importance dans cette matiere, & que j'ai peine à faire goûter à des gens prévenus pour certains ſyſtêmes qui ne peuvent quadrer avec ce fait.

XX. LEÇON.

XVII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ bien un tube de verre & une barre de fer iſolée convenablement; préſentez ſous l'un & ſous l'autre des fragmens de feuilles d'or ou de cuivre, placés ſur une table de bois bien unie & bien eſſuyée, comme dans la premiere expérience, & examinez bien attentivement comment ſe font les attractions & répulſions.

Preuve de la ſimultanéité des deux courants de matiere électrique.

EFFETS.

EN répétant cette expérience pluſieurs fois & en différents temps, vous reconnoîtrez infailliblement que le même côté & les mêmes endroits du corps électriſé attirent & repouſſent en même temps, je ne

XX. LEÇON.

dis pas le même corpuſcule, cela implique contradiction, mais pluſieurs d'entr'eux placés à côté les uns des autres; de maniere que vous verrez deſcendre les uns, tandis que les autres monteront au tube ou à la barre de fer.

Si ces petits corps ſe meuvent en vertu de la matiere électrique qui les pouſſe, il faut bien que cette matiere ſe meuve elle-même en deux ſens oppoſés, puiſqu'elle fait monter les uns & deſcendre les autres; & ces mouvemens contraires ayant lieu en même temps, on doit convenir que les deux portions de matiere électrique qui les produiſent, agiſſent en même temps avec des directions oppoſées.

XVIII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

LAISSEZ tomber ſur un tube de ver électrifé, une petite feuille de métal ou du duvet de plume, & attendez que ce petit corps ſoit repouſſé en l'air, & y demeure flottant au-deſſus du tube, comme dans la

la seconde Expérience du troisieme article de la premiere Section.

EFFETS.

PENDANT tout le temps que le tube, par sa répulsion, soutiendra la petite feuille de métal à plus d'un pied de distance au-dessus de lui, ce même tube ne cessera d'attirer d'autres corps à quelques endroits de sa surface que vous les présentiez. Voyez la *figure* 13.

Voilà donc encore des attractions & des répulsions simultanées, qui indiquent clairement que la matiere électrique agit en même temps en deux sens opposés autour du même corps électrisé.

XIX. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

RÉPÉTEZ la 4e & la 5e Expériences de cette Section, & présentez tel corps que vous voudrez & à quelque endroit que ce soit de la barre de fer qui sert de conducteur.

EFFETS.

VOUS observerez qu'il y a ici attraction par-tout, tandis que la liqueur ou le son de sa tige sera entré, (*fig.* 41.)

XX. LEÇON.

Remarquez de plus que les parties les plus menues du ſon, qui reſtent comme fixées ſur la barre de fer, ont bien l'air d'y être retenues par des filets de matiere électrique affluente, qui percent ces petits corps pour rentrer dans le fer; car il n'eſt gueres poſſible d'imaginer qu'ils repoſent tous ſur des parties ſolides du métal, & qu'il n'y en ait pas un grand nombre à l'embouchure de ſes pores.

XX. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

PRÉPAREZ cette Expérience comme la 14e, & qu'une perſonne non-iſolée prenant en ſa main un petit vaſe plein d'eau, & garni tout autour de petits tubes, par leſquels la liqueur s'écoule goutte à goutte, le préſente ſucceſſivement à tous ceux qui ſont électriſés ſur le conducteur.

EFFETS.

VOUS verrez, 1°. que l'écoulement du petit vaiſſeau non-iſolé *C*, (*fig.* 15.) s'accélérera & ſe diviſera en pluſieurs petits jets divergents, comme ceux qui tiennent au conducteur.

2°. Vous remarquerez que cet effet n'a lieu que pour les écoulements qui se font vis-à-vis des corps électrisés ; & que les autres, quoique venant du même vaisseau, continuent de se faire goutte à goutte. XX. LEÇON.

Puisque l'on attribue l'accélération des écoulements électrisés aux émanations précipitées de la matiere électrique, on est également fondé à dire que ceux qui s'accélerent de même vis-à-vis d'un conducteur qu'on électrise, doivent cette augmentation de mouvement à une cause semblable ; & l'on peut s'en assurer encore en examinant, dans un lieu privé de lumiere, le bout du tube par où se fait l'écoulement : on y voit ordinairement un point lumineux qui indique assez clairement l'éruption de la matiere électrique.

XXI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut isoler dans une situation horizontale, un tuyau de fer-blanc ou de carton couvert de papier doré, qui ait 3 ou 4 pouces de diametre,

XX. LEÇON.

ou davantage si l'on veut, & environ six pieds de longueur ; que l'on attache sur toute la surface extérieure de ce tuyau, des petites houppes de filasse ou de fil très-fin, en si grand nombre qu'on voudra, & longues de quatre à cinq pouces ; que l'on fasse passer ce conducteur ainsi préparé par le centre d'un cercle de fer non-isolé, de deux pieds ou environ de diametre, & garni dans toute sa circonférence de houppes semblables à celles dont je viens de parler, & espacées de trois en trois pouces.

EFFETS.

SI l'on électrise alors le tuyau, on verra, 1°. toutes ces houppes se dresser autour de lui & sur toute sa longueur, & former autant d'aigrettes épanouies & semblables par la figure à celles que nous fait voir ordinairement la matiere électrique, quand elle devient lumineuse.

2°. En même temps, toutes les houppes du cercle de fer se dirigeront vers le tuyau électrisé, comme vers leur centre commun. Voy. la *figure* 16.

Ces deux effets auront toujours lieu,

quoiqu'on faſſe changer de place au cercle, en le faiſant aller & venir ſuivant toute la longueur du tuyau.

XX. LEÇON.

3°. Et ſi quelqu'un ſe donne la peine de multiplier les cercles, & d'en établir tel nombre qu'il voudra d'un bout à l'autre du tuyau-conducteur, il verra faire à chacun d'eux en même temps, ce que je viens de dire d'un ſeul.

Si les attractions apparentes & les répulſions par leſquelles on voit toutes ces houppes de part & d'autre ſe diriger les unes vers le tuyau, les autres vers le cercle, ſont des indices ſuffiſants d'une matiere inviſible qui les entraîne, il faut convenir, à l'inſpection de ces effets, que cette matiere eſt partagée en deux courants qui ſe meuvent en même temps en ſens contraires; je dis en même temps; car ſi elle ne faiſoit que ſortir du conducteur pour y rentrer, les houppes ou les filaments qu'elle dirige en les enfilant, ſe reſſentiroient néceſſairement de ces allées & de ces retours; nous les verrions alternativement ſe dreſſer dans un ſens & dans l'autre; leur tendance ne

feroit pas conſtante comme elle l'eſt.

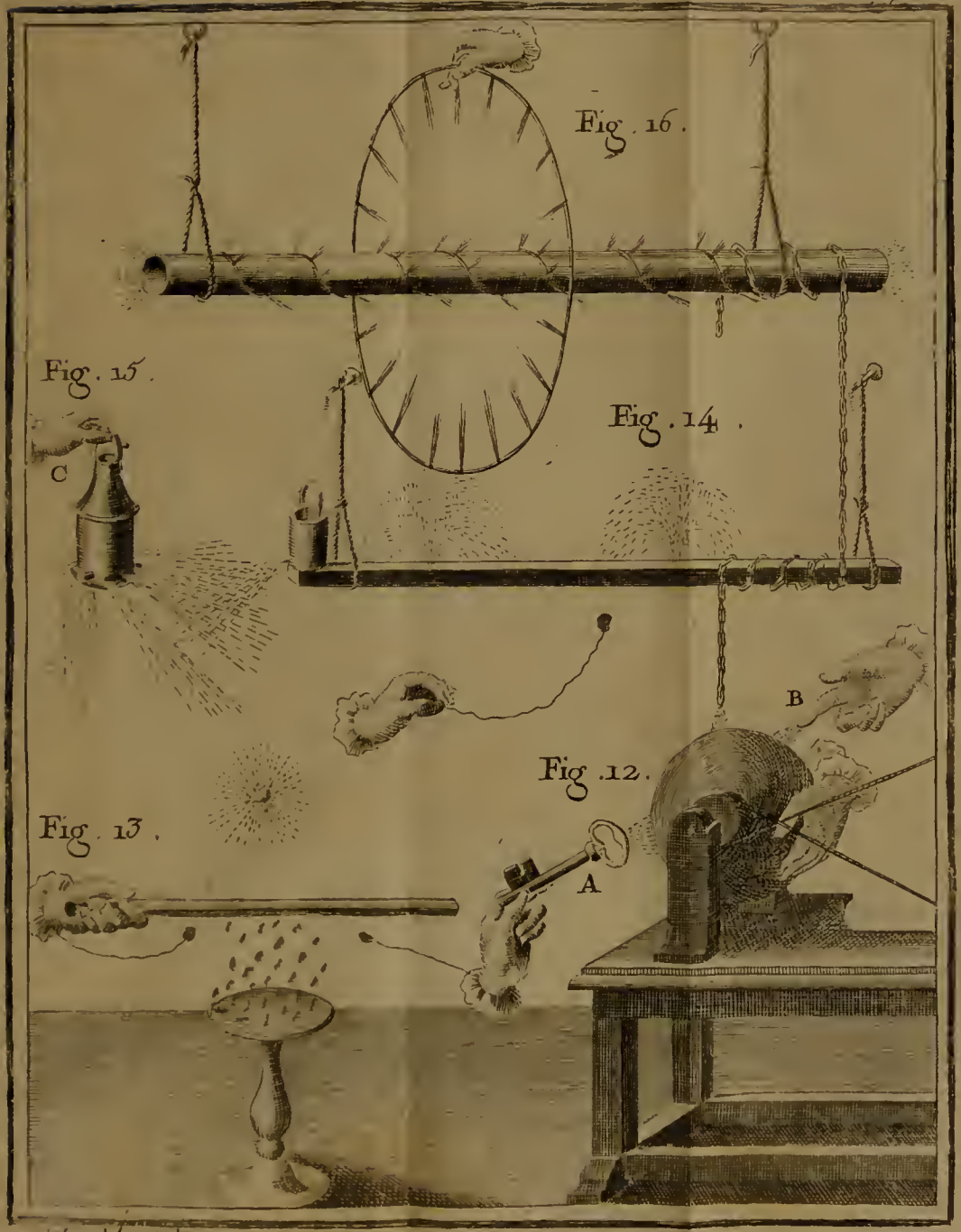
XX. LEÇON.

Le tableau que forment les houppes du cercle avec celles du tuyau électriſé, repréſente aſſez bien aux yeux l'idée que je me ſuis faite des atmoſpheres électriques : après avoir bien réfléchi ſur les phénomenes, je crois qu'elles ſont compoſées de rayons dirigés en ſens contraires, & que chacun d'eux eſt véritablement animé d'un mouvement de tranſlation, comme un jet de liqueur qu'on fait ſortir avec précipitation par un trou fort étroit, ou qui traverſe un milieu aſſez perméable pour le laiſſer jouir d'une grande vîteſſe : car je ne puis croire que ces atmoſpheres reſſemblent, comme quelques Auteurs nous l'aſſurent, à des vapeurs accumulées; cette façon de les concevoir me paroît abſolument incompatible avec tout ce que l'expérience nous met ſous les yeux; j'en dirai quelque choſe de plus dans la troiſieme Section.

XXII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

ELECTRISEZ, avec un globe de



Jolin. del. et Sculp.

verre, une verge de fer isolée, dont le bout le plus reculé du globe soit terminé en pointe, & qu'une personne non-isolée présente une autre pointe de métal à celle qu'on électrise. XX. LEÇON.

EFFETS.

SI l'expérience se fait dans un lieu obscur, on voit à chacune des deux pointes une aigrette lumineuse : & ces deux especes de cônes de lumiere se joignent par leurs bases, quand on les approche assez près l'un de l'autre. *E*, (*fig.* 9.)

OBSERVATIONS.

PERSONNE ne conteste que l'aigrette qu'on apperçoit à la pointe du conducteur isolé, ne soit un véritable écoulement de la matiere électrique, qui se porte du dedans au-dehors ; mais quoique le feu de l'autre pointe soit de la même forme, composé de rayons semblables, & animé d'un mouvement progressif en avant assez sensible, parce qu'il est ordinairement plus petit, il y a quelques Auteurs électrisants qui se persuadent, & qui veulent persuader aux autres, que ce n'est point une aigrette semblable à l'autre ; ou que

Contestation sur l'aigrette de la pointe non-isolée de l'expérience précédente.

XX. LEÇON.

si c'en est une, elle est uniquement composée de rayons convergents à la pointe, & qu'au lieu d'en sortir, ils ne font que s'y précipiter.

Faits & raisonnements qui prouvent que ce feu est une matiere affluente au conducteur.

MAIS pour se convaincre du peu de fondement de cette prétention, on n'a qu'à examiner ce petit feu avec un verre lenticulaire, si les yeux seuls ne suffisent pas, & l'on verra distinctement que les rayons de cette petite aigrette se portent en avant, & qu'ils vont à la rencontre de ceux qui viennent de la pointe électrisée.

Et si cette observation ne suffisoit point encore, on dissiperoit entierement ses doutes, en exposant devant la pointe non-isolée la flamme ou la fumée d'une petite bougie qui ne manqueroit pas d'être soufflée en avant par la matiere électrique qui produit l'aigrette dont il est ici question. Une pointe creuse & chargée de quelque liqueur, prouvera encore d'une maniere inconteſtable ce que je soutiens ici.

Alléguer qu'en pareil cas, la fumée, la flamme, les liqueurs sont portées en avant par l'air agité, sans dire comment cela peut arriver : ou

que

que ce qui produit ces effets eſt un fluide inconnu qui ſort de la même pointe en même temps que la matiere électrique y entre ; c'eſt oppoſer à l'évidence des fictions obſcures qui n'ont point de vraiſemblance, & qui ne peuvent être goûtées que par des gens prévenus pour quelque ſyſtême.

XX. LEÇON.

Au reſte, ſi c'eſt une choſe reconnue de tout le monde, que les feux électriques qui paroiſſent aux pointes, ſont d'autant moins marqués que ces pointes ſont plus fines, quand nous voulons bien ſincerement ne nous point tromper, ni tromper les autres ſur la nature, la forme & les mouvements de ces feux, pourquoi faire nos épreuves de préférence avec les corps qui nous les rendent comme imperceptibles ? que ne rendons-nous ces pointes plus groſſes & plus mouſſes ? que ne mettons-nous en préſence l'un de l'autre, le doigt d'un homme non-iſolé, & celui d'un autre homme qu'on électriſe ? Or il eſt certain que ſi l'on fait l'expérience de cette maniere, on n'aura pas beſoin de verre qui

XX. LEÇON.

groſſiſſe les objets pour appercevoir quelle direction tiennent les feux de part & d'autre; la grandeur de leurs rayons, leurs éruptions intermittentes, le vent qu'ils feront ſentir, ne laiſſeront ſur cela aucune équivoque.

Mais quand on s'obſtineroit à n'employer que des pointes très-fines, & que par-là on parviendroit à rendre le feu électrique ſi petit, qu'on ne pût pas juger s'il entre ou s'il ſort de celle qui n'eſt point iſolée, que gagneroit-on par là contre moi? Rien, ſinon que de pareilles pointes ne ſont pas propres à prouver ni pour ni contre la propoſition générale, par laquelle je dis que tout corps électriſable par communication, mais non iſolé, fournit de la matiere électrique au corps iſolé qu'on électriſe : l'indéciſion des pointes ne tireroit jamais à conſéquence contre les autres corps, dont les effets ſont viſibles & hors de conteſtation; au contraire, la généralité & l'évidence de ceux-ci nous autoriſeroit à préſumer d'elles des phénomenes ſemblables, s'ils pouvoient devenir aſſez ſenſibles.

SEPTIEME PROPOSITION.

XX. LEÇON.

La matiere électrique qui sort d'un conducteur isolé par toutes les parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe, vient au moins en partie & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte.

XXIII. EXPÉRIENCE.

QU'ON électrise de suite, & autant de temps qu'on voudra, un conducteur quelconque, isolé convenablement.

EFFETS.

ON ne voit point tarir les émanations électriques : elles durent au moins autant que le frottement du globe qui les fait naître. J'aurai occasion par la suite de citer des expériences dans lesquelles ces effets ont été soutenus pendant 5 à 6 heures sans interruption & sans diminution sensible des effluences électriques.

XXIV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

FROTTEZ un globe ou un tube de verre dans un temps convenable à l'Electricité, & laissez-le isolé pendant un quart-d'heure, & même

XXI. LEÇON.

davantage : après cela approchez-le d'un homme ou d'une verge de fer en état de recevoir la vertu électrique.

EFFETS.

EN procédant ainsi, vous électriserez infailliblement le conducteur, & il en donnera des marques par des effluences sensibles de matiere électrique : il repoussera, par exemple, les corps légers que vous placerez sur lui, & s'il y a quelques parties pointues à sa surface, il en sortira des aigrettes lumineuses.

XXV. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

IL faut électriser plusieurs fois de suite le même conducteur avec le même globe, & faire durer également l'électrisation pour chaque expérience ; mais dans les unes, il faut faire frotter le globe par un homme isolé ; & dans les autres, par le même homme communiquant avec le plancher & avec tous les autres corps.

EFFETS.

VOUS remarquerez constamment que dans le dernier cas l'Electricité est bien plus forte & plus durable

que dans le premier : dans celui-ci, les émanations électriques du conducteur sont languissantes, & vont en s'affoiblissant de plus en plus ; dans l'autre, elles sont bien plus marquées, & se soutiennent autant de temps que dure l'électrisation.

OBSERVATIONS.

Des expériences que je viens de rapporter, il résulte trois choses : 1°. que les émanations électriques du conducteur isolé ne viennent point de son propre fonds, puisqu'il ne s'épuise point par ces écoulements, quelque temps qu'on les fasse durer ; 2°. que le corps électrisé par frottement, est en état par lui même d'animer & d'entretenir, du moins pendant un certain temps, les effluences électriques, puisque, séparé du corps qui l'a frotté, il est en état tout seul de produire cet effet ; 3°. que le coussin ou le corps qui frotte, fournit une bonne partie de cette matiere qui s'écoule par le conducteur isolé, puisque les émanations de celui-ci sont moins abondantes & moins durables avec un frottoir

XX. LEÇON.

isolé, qu'avec ce même corps lorsqu'il fait partie d'une plus grande masse: & l'on a vu dans le second Article de la premiere Section, que les meilleurs frottoirs sont ceux qu'on fait avec des substances les plus capables de fournir la matiere électrique, soit qu'ils en contiennent davantage, soit qu'ils la transmettent plus facilement.

Mais le globe ni le corps qui le frotte ne fourniſſent point de leur propre fonds toute cette matiere qui passe par le conducteur isolé pour se répandre au-dehors; ils la tiennent eux-mêmes ou de l'air qui les environne, ou des autres corps qui sont capables & à portée de leur en fournir; cela s'apperçoit aisément par les attractions apparentes que l'un & l'autre exercent sur tout ce qu'il y a autour d'eux d'assez léger pour se laisser entraîner; les duvets de plume, les feuilles de métal, les boulettes de coton, se précipitent sur le globe & sur le coussin qui le frotte, pourvu que celui-ci soit isolé; & s'il ne l'est pas, il sert de canal à la matiere électrique qu'il tire des corps avec lesquels il communique,

& il la rend visiblement sous la forme d'aigrettes, par celles de ses parties qui ne touchent pas tout-à-fait au verre frotté : c'est une observation que chacun peut faire en frottant le globe dans un lieu privé de lumiere ; il verra souvent ces feux électriques s'élancer du bout de ses doigts vers le globe, s'il le frotte avec la paume de la main.

XX. LEÇON.

La matiere électrique effluente du conducteur isolé vient donc immédiatement du globe & du coussin qui le frotte, & originairement de l'air qui les touche ou des autres substances qui sont à portée de la leur fournir, comme je l'ai avancé & prouvé ; mais que devient celle qui est effluente à ce même conducteur, celle qui se rend à lui de toutes parts, & qui ne cesse d'y arriver pendant tout le temps que l'on soutient l'électrisation ? car il faut que cette matiere passe au dehors du conducteur après y être entrée, sans quoi il en regorgeroit à la fin, & il ne pourroit plus en recevoir, ce qui n'arrive jamais. Voici la réponse à cette question.

XX. LEÇON.

HUITIEME PROPOSITION.

La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée matiere affluente, *ou* affluences électriques, *se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus.*

XXVI. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

OBSERVEZ attentivement la frange lumineuse qui paroît toujours à l'extrémité du conducteur isolé, qui aboutit au globe : il faut, pour bien faire, que le conducteur soit une barre de fer de 5 à 6 pieds de longueur, & un peu plate par le bout qui répond au globe ; ou que ce soit un homme qui présente le bout de ses doigts à 7 ou 8 lignes au-dessus de la surface du verre, & à 2 ou 3 pouces de distance du frottoir, le globe tournant de maniere que les parties frottées passent par la voie plus courte au conducteur : il est à propos aussi que cette expérience se fasse dans un lieu bien obscur.

EFFETS.

XX. LEÇON.

VOUS verrez que la frange lumineuſe, dont il eſt ici queſtion, eſt un véritable écoulement de matiere électrique qui ſe porte au globe : tous ceux qui n'ont point épouſé le ſyſtême incompatible avec ce fait, l'ont vu & rendu tel que je viens de l'énoncer ; mais quoiqu'il ſoit de la plus grande évidence, j'ai été obligé de prendre quelques précautions pour empêcher qu'on ne l'obſcurcît, & qu'on ne le rendît douteux pour ceux qui ne ſeroient point à portée de le voir par eux-mêmes : voici un Extrait des Regiſtres de l'Académie des Sciences, qui fera voir qu'il a été duement vérifié.

« M. l'Abbé Nollet ayant demandé des Commiſſaires pour être témoins de pluſieurs expériences concernant l'Electricité, l'Académie nomma MM. Deparcieux, Fougeroux, Bézout, Tillet & Briſſon, qui ont atteſté unanimement que les réſultats de ces expériences, auxquelles ils ont aſſiſté, étoient tels que M. l'Abbé Nollet les a

XXI. LEÇON.

» énoncés dans le Mémoire qu'il a » lu à l'Académie ; en foi de quoi j'ai » signé le préſent Certificat. A Paris, » ce 19 Avril 1760. »

Signé, GRANDJEAN DE FOUCHY, *Secrétaire perpétuel de l'Académie Royale des Sciences.*

Or, le Mémoire dont il eſt fait mention dans le Certificat, eſt imprimé tout au long à la fin du ſecond volume de mes Lettres ſur l'Electricité, avec approbation de l'Académie ; & on y lit, à l'article 16, ce qui ſuit :

« On prit pour conducteur une » barre de fer quarrée de ſix pieds » de longueur, & dont chaque face » avoit environ huit lignes de largeur : » on fit aboutir une de ſes extrémités » à un demi-pouce de la ſurface du » globe, un peu au deſſus de l'endroit » où l'on appliquoit la main pour le » frotter, le fer étant électriſé ; on » en vit ſortir des filets de matiere » lumineuſe, qui ſe dirigeoient vers » la ſurface du verre, comme les fran- » ges de l'Expérience 14e (*a*), & en

(*a*) L'Expérience 14e du même Mémoire.

» même temps l'on vit briller à l'autre
» bout deux aigrettes bien épanouies, XX.
» qui se faisoient sentir comme un LEÇON.
» souffle sur la peau, & qui poussoient
» en avant la flamme d'une bougie
» jusqu'à l'éteindre.

» Cette expérience répétée avec des
» bâtons de bois verd, avec des cor-
» des de chanvre mouillées, & géné-
» ralement en prenant pour conduc-
» teurs toutes substances électrisables
» par communication, a toujours
» montré les mêmes effets, à la diffé-
» rence près du plus au moins. »

On m'objectera sans doute ce que j'ai énoncé dans la septieme Proposition; savoir, que la matiere électrique vient du globe au conducteur, & l'on insistera en disant, que le conducteur n'étant à portée du globe, que par cette extrémité même où l'on apperçoit la frange lumineuse, il faut bien que ce feu soit une matiere qui passe du globe au conducteur, & non pas, comme je le prétends, du conducteur au globe.

Cette objection est spécieuse, mais, dans le fond, elle n'est d'aucune conséquence contre moi, jusqu'à ce

Eclaircissement.

XX. LEÇON.

qu'on m'ait prouvé qu'il ne peut y avoir qu'un seul courant de matiere électrique entre le globe & le bout du conducteur qui se présente à lui ; car s'il est possible qu'il y en ait deux, je ne nierai pas qu'il n'y en ait un qui passe invisiblement du globe à la barre de fer, parce qu'il y a des raisons pour le croire ; mais je soutiendrai l'existence de celui qui vient du fer au globe, parce que je le vois distinctement, & que tout le monde, à deux ou trois personnes près, le voit comme moi.

Il faut donc considérer la barre de fer électrisée, ou tout autre conducteur isolé, comme le canal commun de deux courants de matiere électrique, l'un venant du globe & qui fournit toutes ces effluences, tant visibles qu'invisibles, dont j'ai prouvé l'existence ; l'autre venant de l'air extérieur & des autres corps environnants, & qui débouche du côté du globe sous la forme de frange ou d'aigrette lumineuse.

Quand une fois il est prouvé que les effluences & affluences électriques exercent leurs mouvements dans la

masse d'air qui entoure le globe, pourquoi la même chose ne se passeroit-elle pas dans une barre de fer, s'il est constaté d'ailleurs que le métal, quoique très-compacte, est cependant, pour la matiere électrique, un milieu plus perméable que la colonne d'air dont il tient la place?

XXVII. EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION.

LAISSEZ en place la barre de fer de l'Expérience précédente, pour servir de conducteur, & faites frotter le globe de verre par un homme isolé.

EFFETS.

Cette homme qui frotte le globe, devient électrique comme un conducteur ordinaire, & en donne des signes par toutes les parties de son corps; il attire & repousse les corps légers; il paroît une petite aigrette lumineuse à la pointe de son épée, s'il en a une; les corps non-isolés tirent de lui des étincelles; ses cheveux ou ceux de sa perruque deviennent divergents, &c.

XX. LEÇON.

OBSERVATIONS.

TOUS ces effets ſont des indices très-certains d'une matiere qui ſort de cet homme, & qui s'exhale dans l'air dont il eſt environné; & ce qui prouve bien que cette matiere vient en grande partie de la barre de fer iſolée, c'eſt que plus cette barre a de volume, plus l'électricité du corps frottant devient ſenſible.

Elle le devient encore davantage, quand le conducteur ceſſe d'être iſolé, quand il communique avec de grandes maſſes, plus capables que l'air, de lui fournir le fluide qu'il doit tranſmettre au globe; de ſorte que l'on peut prendre pour regle que cette expérience réuſſira d'autant mieux, que le conducteur ſera plus grand que le corps frottant, toutes choſes égales d'ailleurs.

On pourra remarquer que ſi dans l'expérience que je viens de rapporter, l'homme ou tout autre frottoir iſolé porte une pointe de métal qui s'avance dans l'air, l'aigrette qu'on en voit ſortir eſt toujours beaucoup plus petite que ne ſeroit celle d'une

pareille pointe qui feroit partie du conducteur : je dirai ailleurs la raiſon de cette différence qui eſt réelle & conſtante ; mais qu'on y prenne bien garde ; ce petit feu, quoi qu'en diſent quelques perſonnes que ce fait incommode, eſt une véritable aigrette produite par une matiere qui ſort de la pointe, ſans préjudice à celle qui pourroit y entrer en même temps, & que je ne nie pas : ſon éruption, quand l'Electricité eſt aſſez forte, ſe fait ſentir par un petit ſouffle qui pouſſe la flamme & la fumée d'une bougie qui fait frémir les liqueurs qu'on y préſente, & qui accélere les écoulements, quand la pointe eſt creuſe ou chargée d'eau ou d'eſprit-de-vin : de telles preuves doivent l'emporter ſur des doutes d'opinion & de ſyſtême.

XX. LEÇON.

En ſoutenant la réalité de cette matiere qui ſort viſiblement de la pointe, je dis que c'eſt ſans préjudice à celle qui peut y entrer ; car en même temps que le corps frottant reçoit par le globe une partie de la matiere électrique qui vient du conducteur, je penſe bien que celle qu'il continue

XXI. LEÇON.

de fournir au globe, il la reçoit de l'air ambiant & des autres corps voisins ; & que par conséquent cette pointe, qui fait partie de lui-même, reçoit en même temps qu'elle dissipe ; mais je n'entends pas que ces deux courants opposés n'aient qu'un seul & même passage : quelque fine que soit la pointe de métal, c'est toujours un corps très gros eu égard à la subtilité du fluide électrique ; sa porosité peut aisément se partager entre la portion qui entre & celle qui sort.

Je n'entends pas non plus que toute la matiere électrique affluente, que peut recueillir un conducteur isolé de grand volume, passe au globe ; cette frange de matiere lumineuse que l'on voit déboucher de ce côté-là, ne répond pas, ce me semble, à la quantité qu'on peut présumer qu'il a reçue ; je pense donc qu'une bonne partie de ces affluences, en tombant sur la longueur du conducteur, traverse son épaisseur, & produit des effluences à la partie opposée.

Je crois aussi que tout ce que le conducteur

conducteur porte au globe n'eſt point rendu ſans déchet au couſſin ; une bonne partie de cette matiere ſe diſſipe dans l'air ou dans les autres corps qui ſont à portée de la recevoir.

J'en dis autant de la matiere que le corps frottant fournit au globe ; le conducteur n'en reçoit que ce qui n'a point été répandu ailleurs pendant la rotation ; c'eſt pourquoi il eſt important de le faire aboutir à un endroit qui ne ſoit point fort éloigné de celui qui eſt frotté par le couſſin ; & de faire tourner le globe de maniere que les parties frottées arrivent par la voie la plus courte au conducteur qu'on veut électriſer : il faut lire, pour être plus amplement inſtruit, un excellent Ouvrage de M. du Tour, *ſur les différents mouvements de la matiere électrique*, imprimé à Paris chez Vincent, en 1760 ; il eſt rempli d'expériences curieuſes & déciſives ſur ſe ſujet, & de vues très-ingénieuſes ſur ce qu'il y a de plus délicat & de plus difficile en Electricité.

XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION.

Sur la cause générale & immédiate des Phénomenes électriques.

XXI. LEÇON. L'ELECTRICITÉ eſt l'effet d'une cauſe méchanique : il n'y a plus qu'un ſentiment ſur cela aujourd'hui, comme je l'ai remarqué au commencement de la 1re. Section. Mais ce méchaniſme, objet de la curioſité de ceux qui voient les phénomenes, & principalement des Phyſiciens qui les ont découverts, eſt encore regardé & annoncé par bien des gens, comme un myſtere impénétrable à l'eſprit humain. Ce n'eſt pas cependant que ce qu'il y a depl us ſin-

gulier & de plus important dans cette matiere, ne puiſſe maintenant s'expliquer d'une maniere très-intelligible & vraiſemblable : à force d'analyſer les faits, d'examiner ce qu'ils ont de commun & de particulier, en remontant des plus compoſés aux plus ſimples, nous ſommes enfin parvenus à celui qui eſt comme la ſource de tous les autres ; & ſur les cauſes de celui-ci même, nous ſommes en état d'offrir des conjectures raiſonnables & fondées ſur des analogies très-rapprochées : voilà, je crois, tout ce qu'on peut attendre & exiger de la Phyſique Expérimentale.

XXI. LEÇON.

Mais la plupart des perſonnes à qui nous offrons ces explications, quoiqu'elles les demandent avec une impatience qui va quelquefois juſqu'au reproche, aiment bien mieux, dans le fond, qu'on leur montre des effets qui les ſurprennent & qui les amuſent, que de leur donner à comprendre des cauſes contre la découverte ou l'intelligibilité deſquelles elles ſont prévenues.

Cette prévention, peu obligeante pour nous, eſt aſſez ſouvent l'ou-

XXI. LEÇON.

vrage de la pareſſe ou de l'amour-propre : ce qu'on ne ſe ſent point en état de faire, on penſe volontiers qu'un autre l'entreprendroit vainement. Il eſt plus court & plus commode de dire : Oh ! jamais perſonne n'expliquera cela, que d'écouter, autant qu'il le faudroit, celui qui dit : Je vous l'expliquerai, ſi vous voulez me ſuivre attentivement & ſans prévention.

Il faut convenir auſſi que tout le monde n'eſt pas en état de comprendre le méchaniſme de l'Electricité, fût-il expliqué de la maniere la plus heureuſe. Il faut au moins être initié dans la connoiſſance des autres effets naturels ; il faut être un peu au fait de la nature des fluides, de leur maniere de ſe mouvoir & de ſe mettre en équilibre, du pouvoir qu'ils ont ſur les autres corps, de ce qui peut réſulter de leur choc & de leurs écoulements, &c. Combien de gens nous demandent la cauſe des phénomenes électriques ! combien d'autres ſe flattent de l'avoir trouvée, & nous l'offrent avec confiance, qui ne ſavent rien de tout cela, & qui

commencent leur Phyſique par où ils la devroient finir, je veux dire, par l'Electricité !

Je m'attends donc bien que de tous ceux qui ouvriront ce volume, il y en aura pluſieurs qui ne prendront pas la peine de lire, encore moins d'étudier ce que je vais écrire dans cette troiſieme Section ; & ils feront fort bien, s'ils n'ont d'ailleurs quelques connoiſſances de Phyſique, ou s'ils ne ſe ſentent pas le courage de me ſuivre avec attention & ſans préjugé ; mais, dans le grand nombre, j'eſpere trouver des Lecteurs judicieux & préparés à cette leçon par celles qui ont précédé : à ceux-ci, j'oſe aſſurer que je ne leur offre rien de pénible à comprendre, & qui ne ſoit très-conforme aux principes univerſellement reconnus, & prouvés dans les cinq premiers Tomes de cet Ouvrage.

Ce que je ſais touchant le méchaniſme de la vertu électrique, je le tiens de l'expérience ; je me ſervirai de la même voie pour l'enſeigner : je vais retracer en lettres italiques ce que j'ai prouvé dans les deux Sections

XXI. LEÇON.

précédentes, relativement aux causes les plus générales des phénomenes ; & dans le cours de mes explications je distinguerai, par ce méme caractere, ce que j'emprunterai de ces vérités prouvées, afin qu'on puisse distinguer du premier coup d'œil ce qui gît en fait, de ce qui n'est que raisonnement, & régler sa confiance suivant l'un ou l'autre.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES, *tirées de l'expérience, & à l'aide desquelles on peut rendre raison de tous les Phénomenes électriques connus jusqu'à présent.*

I. *L'Electricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour ou au dedans du corps électrisé.*

II. *Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons.*

III. *Il y a tout lieu de croire que la matiere électrique est la méme que celle du feu élémentaire & de la lumiere unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.*

IV. *Cette matiere est présente par-tout :*

dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne.

XXI. LEÇON.

V. *La matiere électrique excitée ou miſe en action, ſe meut, autant qu'elle peut en ligne droite, & ſon mouvement, pour l'ordinaire, eſt un mouvement progreſſif qui tranſporte ſes parties.*

VI. *La matiere électrique eſt aſſez ſubtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compactes.*

VII. *Mais elle ne les pénétre pas tous avec la même facilité. Les corps vivants, les métaux, l'eau, ſont ceux dans leſquels elle paſſe le plus facilement; le ſoufre, la cire d'Eſpagne, le verre, les réſines, la ſoie, ſont ceux dans leſquels elle a le plus de peine à pénétrer, à moins que ces corps ne ſoient frottés ou chauffés.*

VIII. *L'air de notre atmoſphere n'eſt pas autant perméable pour la matiere électrique, que les métaux, les corps vivants, l'eau, &c.*

IX. *Quand la matiere électrique ſort d'un corps avec beaucoup d'impétuoſité, & qu'elle débouche dans l'air, ſoit qu'elle ſoit viſible ou non, elle ſe diviſe en pluſieurs jets divergents que forment une eſpece de gerbe ou d'aigrette.*

X. *Un corps électriſé par frottement ou*

XXI. LEÇON.

par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique qui s'étendent en ligne droite dans l'air ou dans les autres corps d'alentour.

XI. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergents.*

XII. *Ces deux courants de matiere électrique qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvements en même temps; & l'un des deux est plus fort que l'autre.*

XIII. *Les pores par lesquels la matiere électrique sort du corps électrisé, ne sont pas en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.*

XIV. *La matiere qui vient au corps électrisé, ne lui est pas fournie par l'air seulement, mais par tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication.*

XV. *La matiere qui sort du conducteur isolé par les différentes parties de sa surface, qui n'aboutissent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.*

XVI. *La matiere électrique, qui vient de toutes parts au conducteur isolé, se rend*

rend en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

XXI. LEÇON.

XVII. *Les corps électrisés par communication, perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps non isolé.*

XVIII. *Le verre électrisé par frottement ou par communication, ne se désélectrise pas de même, & peut garder son Electricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.*

Application que l'on peut faire de ces principes, pour expliquer les phénomenes de l'Electricité.

LES Phénomenes de l'Electricité peuvent se distribuer en deux classes : dans l'une, nous renfermerons tous ces mouvements, tant alternatifs que simultanées, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulsion*, & généralement tout ce qui s'opere par une cause qui demeure invisible.

Deux classes de phénomenes électriques.

L'autre comprendra tous les faits qui sont accompagnés de lumiere, pétillement, piquûres, inflammation, commotion : car, quoique ces

merveilles éclatent à nos yeux sous des apparences tout-à-fait différentes les unes des autres, & que le peu de relation que nous voyons entr'elles, nous porte à les considérer comme autant d'objets indépendants, qui doivent être examinés séparément ; cependant lorsque l'habitude a dissipé un certain éclat qui nous éblouit d'abord, & que l'étonnement fait place à la réflexion, on s'apperçoit peu-à peu que les effets qui paroissoient les moins analogues, se rapprochent, & ne sont le plus souvent que des extensions les uns des autres, ou les suites nécessaires d'une cause commune, mais variées par quelque circonstance : pour peu qu'on y pense, on verra que de tous les phénomenes de ce genre, que l'on connoît, il n'en est point qu'on ne puisse comprendre dans la division que je viens d'établir.

ARTICLE PREMIER.

Contenant les phénomenes de la premiere Classe.

L'attraction électrique & la répulsion.

L'ATTRACTION électrique, ce mouvement par lequel les corps

légers se portent comme d'eux-mêmes au corps électrisé, est, sans contredit, de tous les phénomenes électriques, le premier en date; elle a été connue bien des siecles avant qu'il fût question des autres effets; & à cet égard elle a mérité de préférence l'attention des Physiciens; elle la mérite encore plus par les variations singulieres dont elle est susceptible, & par les vains efforts que biens d'habiles gens ont faits pour nous en rendre raison: ne le dissimulons pas, si quelqu'un vous offre l'explication des phénomenes électriques, & qu'il mette celui-là à part, défiez-vous-en; c'est un homme qui a manqué son but: ou s'il entreprend de vous l'expliquer, & qu'il ne réussisse pas, comptez que ce mauvais succès influera sur tout le reste. La premiere chose qu'il faut faire, c'est de bien démêler pourquoi les corps s'approchent & s'éloignent de celui qui est électrisé; comment l'attraction se change en répulsion; d'où vient que de plusieurs petits corps semblables, les uns sont attirés, tandis que les autres sont repoussés; par quelle

XXI. LEÇON.

XXI. LEÇON.

cause méchanique un corps électrisé attire ce qu'un autre corps électrisé repousse, &c. Je dis qu'il faut assigner à ces effets une cause méchanique : car si, à chaque question que je ferai, on me fait naître une vertu répulsive ou une vertu attractive, & que, suivant le besoin, on en multiplie les especes, je n'aurai aucun égard pour tous ces enfants de l'imagination, & je dirai à celui qui les produit, que leur regne est passé.

PREMIER FAIT.

UN corps électrisé par frottement ou par communication, attire ou repousse tous les corps légers & libres qui sont dans son voisinage.

EXPLICATION.

Pourquoi les corps sont attirés.

LE corps électrisé lance, de toutes parts, une matiere fluide [10], *qui sort en forme d'aigrettes* [9], *& qui lui fait une atmosphere d'une certaine étendue.* Cette matiere effluente, *dont les rayons sont divergents entr'eux*, est en même temps remplacée *par une matiere semblable qui vient par des lignes convergentes* [11]. Voyez la *figure* 17, qui représente

une portion annulaire d'un tube ou l'équateur d'un globe environné des deux matieres effluente & affluente. XXI. LEÇON.

L'une & l'autre matiere ayant un mouvement progressif [8], *& simultanée* [12], doit entraîner avec elle tout ce qui lui donne prise, & qui est assez libre pour obéir à son impulsion.

Mais, comme *ces deux courants de matiere se meuvent en sens contraires* [12], le corps léger qui se trouve dans la sphere d'activité du corps électrisé, doit obéir au plus fort, à celui des deux qui a le plus de prise sur lui.

Si le corps léger qu'on veut attirer est d'un très-petit volume, ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal, *E* ou *F*, (*fig.* 17.) il est chassé vers le corps électrique par la matiere affluente.

Et la matiere effluente ne l'empêche pas d'y arriver, parce que ses rayons, *qui sont divergents* [9], ou *les aigrettes distantes les unes des autres* [13], ne lui opposent que des obstacles rares & accidentels, à travers lesquels il se fait jour.

Une preuve qu'il rencontre des obstacles, c'est qu'il arrive rarement

XXI. LEÇON.

au corps électrique par une voie bien directe ; assez ordinairement c'est après plusieurs détours, qu'on apperçoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étendue ; j'en atteste tous ceux qui sont dans l'habitude de voir & de répéter eux-mêmes ces expériences.

Pourquoi ils sont repoussés.

QUAND cette étendue égale seulement celle d'un petit écu, il est fort ordinaire que le premier mouvement de la feuille, soit de s'écarter du corps électrisé qu'on lui présente ; & si elle commence par s'en approcher, elle ne parvient pas jusqu'à lui ; à une certaine distance plus ou moins grande, elle est arrêtée ou repoussée.

C'est que la feuille, lorsqu'elle a une certaine largeur, & qu'elle se présente de face, ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes, qui sont toujours plus rares, à la vérité, que ceux de la matiere affluente, à cause *de leur divergence* 9, *& de la distance des aigrettes entr'elles* 13, mais qui ont toujours plus de vîtesse ou de force, sur-tout à une petite distance de leur origine ou de leur éruption.

S'il eſt donc plus ordinaire de voir un corps s'approcher d'abord de celui qui eſt électriſé, que de le voir s'en écarter par ſon premier mouvement, c'eſt que, pour lui donner une légéreté ſuffiſante, on n'emploie communément que des fragments d'un très-petit volume, & d'une figure, le plus ſouvent très-propre à les faire échapper aux rayons divergents des aigrettes ; mais on eſt comme sûr d'avoir un effet tout contraire, quand on prend ſoin de concilier avec la légéreté qui convient, une grandeur & une figure telles qu'elles laiſſent aſſez de priſe à la matiere affluente.

XXI. LEÇON.

II. FAIT.

Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer, a touché le corps électrique, ou qu'il s'en eſt ſeulement approché de fort près, quelque petit que ſoit ſon volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte conſtamment après.

Ce ſecond fait paroît d'abord contraire à l'explication que je viens de donner du premier. Si la petiteſſe du

volume a fait échapper le corps attiré, aux rayons de la matiere effluente ; pourquoi, dira-t-on, la même cause n'a-t-elle plus le même effet après le contact ?

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

C'EST que cette cause ne subsiste plus ; le petit corps a reçu une augmentation de volume, invisible à la vérité, mais qui n'en est pas moins réelle, comme on va le voir.

Pourquoi le même corps qui a été d'abord attiré, ne manque pas d'être repoussé ensuite.

QUAND ce petit corps, poussé par la matiere affluente, a touché le tube électrique, il est électrisé lui-même par communication ; & *un corps électrisé, tel qu'il soit, & de telle matiere qu'on l'électrise, devient tout hérissé d'aigrettes qui forment autour de lui une atmosphere de rayons divergents* [10].

Cette atmosphere augmente donc considérablement son volume, & le met en prise aux rayons de matiere effluente, qui le tiennent écarté du tube électrique, autant de temps que l'Electricité subsiste dans l'un & dans l'autre, (*H*, *fig.* 17).

III. FAIT.

XXI. LEÇON.

UN corps léger que l'on a électrisé, & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, aussi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps semblable & non-isolé.

EXPLICATION.

Pourquoi le corps repoussé revient au corps électrique dès qu'on l'a touché.

L'ATTOUCHEMENT d'un corps non-isolé lui fait perdre son électricité [17], & par conséquent cette atmosphere d'aigrettes qui augmentoit invisiblement, mais réellement son volume ; ainsi, après cet attouchement, il se trouve dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électrisé, & disposé de nouveau, par la petitesse de son volume ou par sa figure propre, à se laisser emporter vers le corps électrisé, en échappant encore, comme la premiere fois, aux rayons divergents de la matiere effluente.

Quand je dis en échappant aux rayons divergents de la matiere effluente, je le répete encore, ce n'est pas que je prétende que ce

XXI. LEÇON.

corps, tout petit qu'il ſoit, ne rencontre aucun de ces filets de matiere dont le mouvement s'oppoſe au ſien : il en rencontrera, ſans doute ; mais, *comme ils ſont rares en comparaiſon de ceux de la matiere affluente* ; &, il donnera plus conſtamment priſe à ceux-ci, & ne ſouffrira qu'un retardement ou une déviation de la part de ceux-là.

IV. FAIT.

LES corps électriſables par communication, mais qui ne ſont point iſolés, attirent les petits corps électriſés qui ſe préſentent à eux. Un homme, par exemple, avec le bout de ſon doigt ou avec un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électriſée & flottante en l'air, (*fig.* 18.

EXPLICATION.

Pourquoi les corps non-iſolés attirent à eux de plus petits corps qui ont reçu la vertu électrique.

TANT que la petite feuille *C*, qu'on ſuppoſe électriſée, n'eſt entourée que de ſon atmoſphere propre, & de l'air dans lequel elle eſt ſuſpendue & iſolée, rien ne la détermine à ſe porter d'un côté préférablement à

l'autre : premierement, parce que *ſes effluences ſe faiſant en même temps & avec une égale force, par les différents points de ſa ſurface*, elles s'appuient également de toutes parts ſur l'air ambiant, ce qui doit mettre la réaction de ce dernier fluide en équilibre avec elle-même. En ſecond lieu, parce que *les affluences A, B*, &c. *venant à elle également & en même temps de tous les côtés* [11], elles ne peuvent la pouſſer vers l'un plutôt que vers l'autre. XXI. LEÇON.

Mais quand on en approche le doigt ou *tout autre corps plus perméable à la matiere électrique, que la portion d'air dont il tient la place* [8], les rayons effluents du corps *c* ſe plient vers lui, trouvant de ſa part moins de réſiſtance que n'en éprouvent de la part de l'air, les effluences de la partie oppoſée : delà vient que ces deux corps ſe joignent, & que le plus petit, comme étant le plus mobile, ſemble être attiré par l'autre.

V. FAIT.

PENDANT qu'un corps léger, pareil à celui du fait précédent, demeure

XXI. LEÇON.

suspendu & flottant en l'air au-dessus d'un tube de verre électrisé qu'il a touché, si on lui présente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier : il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Espagne, d'une boule de soufre, &c. qu'on a électrisée.

EXPLICATION.

Pourquoi les petits corps électrisés par le verre, & qui s'en écartent ensuite, ne s'éloignent pas de même d'un bâton de cire d'Espagne électrisé.

AVANT que d'entrer dans l'explication de ce fait, il est bon d'avertir le Lecteur, qu'il n'est pas constant ; & que, quand on fait l'expérience un grand nombre de fois & en différents temps, on éprouve souvent que le soufre, la cire d'Espagne & les corps résineux étant électrisés, repoussent, au lieu d'attirer, ce que le verre a rendu électrique. *Voyez* à la fin du Tome II de mes *Lettres sur l'Electricité*, l'article 45 des Expériences vérifiées en présence des Commissaires nommés par l'Académie Royale des Sciences.

Mais comme ce fait se présente assez communément tel que je l'ai énoncé d'abord, il faut que je dise comment il peut avoir lieu, & par

quelles raisons il peut manquer.

Pour être en état de bien entendre l'explication qu'on peut donner de ce cinquieme fait, il faut se faire une idée bien nette de ce qui se passe entre deux corps dont l'un seulement est électrisé, ou entre deux corps qui le sont tous deux. XXI. LEÇON.

Dans le premier cas, c'est-à-dire, lorsque l'un des deux corps seulement est électrisé, *il sort de celui qui ne l'est pas, une matiere qui est affluente par rapport à l'autre* [14]; *& de celui-ci, il s'élance perpétuellement des aigrettes dont les rayons sont divergents entr'eux* [10].

Dans le second cas, c'est-à-dire, quand les deux corps qui sont en présence l'un de l'autre, sont actuellement électriques, *il sort de tous deux une matiere effluente* [10], dont les rayons vont en sens contraires de l'un à l'autre corps. Et, *tandis que cette matiere émane ainsi des deux corps, une semblable matiere vient de toutes parts à eux, soit de l'atmosphere, soit des corps voisins, pour remplacer & perpétuer ces émanations* [11] & [14].

Ainsi, dans l'un & dans l'autre cas,

XXI. LEÇON.

la matiere électrique qui vient de l'un des deux corps, eſt toujours oppoſée à celle qui vient de l'autre; &, par conſéquent, pour qu'ils puiſſent s'approcher, il faut de deux choſes l'une, ou que ces rayons qui vont en ſens contraires de l'un à l'autre corps, perdent toute leur action, ou que chacun de ces deux courants trouve un paſſage aſſez libre dans le corps qu'il rencontre; car ſi ces émanations ſubſiſtent, & qu'en ſortant de l'un des deux corps, elles ne puiſſent pas facilement entrer dans l'autre, elles ne manqueront pas d'entretenir une diſtance entre les deux; ce que l'on a nommé *répulſion*. Revenons maintenant à notre fait.

La petite feuille de métal électriſée fuit conſtamment tout verre électrique, parce que, comme on l'a dit ci-deſſus, *ſon volume augmenté par une atmoſphere de rayons divergents, donne aſſez de priſe aux émanations du verre* [10].

La même choſe n'arrive pas lorſqu'on lui préſente un morceau de ſoufre ou de cire d'Eſpagne nouvellement frotté, pour deux raiſons: la

premiere, parce que les rayons effluents de ces matieres électrisées *sont plus foibles que ceux du verre*, & qu'apparemment la matiere qui sort d'un bâton de cire d'Espagne électrisé, n'a pas plus de force ordinairement que celle qui *vient de tout autre corps non-électrique en présence d'un corps électrisé* [14], & qui n'empêche pas, comme on sait, l'approximation réciproque. La seconde raison est que *les matieres résineuses, le soufre, les gommes, &c. dans lesquelles le fluide électrique a peine à se mouvoir pour l'ordinaire, en sont pénétrées plus facilement, quand on les frotte ou qu'on les chauffe* [7].

Ainsi la feuille de métal électrisée n'est pas repoussée par le soufre qu'on vient de frotter, parce que les rayons effluents de cette petite feuille le pénétrent, comme elle est pénétrée elle-même par ceux de ce soufre électrisé; & cette pénétration mutuelle fait que la résistance est moindre entre ces deux corps, que par-tout ailleurs aux environs; car c'est un fait, *que la matiere électrique a plus de peine à pénétrer dans l'air de l'atmosphere que dans les corps les plus denses & les plus durs* [8].

LEÇON. XXI.

Voilà ce qui arrive le plus communément ; mais il peut se faire aussi que les rayons effluents de la petite feuille électrisée manquent de force pour pénétrer dans le soufre, ou que celui-ci ne soit pas assez pénétrable pour eux, faute de n'avoir pas été frotté ou chauffé suffisamment, ou que ces propres effluences ayant trop de vigueur, empêchent celles de la petite feuille d'arriver jusqu'à lui ; & alors il y a répulsion comme en présence du verre électrisé.

Il est inutile de dire que je nomme ici le soufre pour toutes les substances qui produisent ce même effet ; & ce qui me fait croire que la répulsion ou l'attraction, en pareil cas, dépend de quelqu'une des causes que je viens d'alléguer, c'est que souvent la même boule de soufre, le même bâton de cire d'Espagne, attire ce qu'il repoussoit, ou repousse ce qu'il attiroit un instant auparavant, & sans être frotté de nouveau, mais seulement parce qu'on le présente un peu plus tôt ou un peu plus tard, de plus près ou de plus loin.

DE tous les phénomenes électriques,

triques, il n'en eſt pas de moins certain, de moins conſtant que celui dont il eſt ici queſtion ; ſi quelqu'un peut ſe vanter de le faire réuſſir à ſon gré toutes les fois qu'il voudra, il faut qu'il ſoit sûr de réunir des circonſtances très-difficiles à ſaiſir : & dès-lors, je dis que c'eſt un effet variable ; non pas qu'il n'arrive sûrement quand tout ce qui doit le produire ſera raſſemblé, avec cette condition, tout effet naturel eſt infaillible ; mais parce qu'il dépend de pluſieurs cauſes très-délicates, & que le plus habile Phyſicien auroit bien de la peine à prévoir & à régler la part que chacune d'elles doit y avoir.

XXI. LEÇON.

Le fait dont il s'agit ici n'eſt pas conſtant.

VI. FAIT.

UN corps électriſé par frottement ou par communication, attire & repouſſe en même temps, par le même côté de ſa ſurface, pluſieurs corps légers qu'on lui préſente, de ſorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Comment les attractions & répulsions électriques sont simultanées.

LE phénomene des attractions & répulsions simultanées, est celui contre lequel viennent échouer sans ressource tous ceux qui prétendent expliquer les effets de la vertu électrique avec un seul courant de matiere. Quand on n'attribue au corps électrisé que celle qui lui vient du dehors, on peut bien par-là rendre raison, jusqu'à un certain point, des mouvements qu'on nomme *attractions* : on en est quitte après pour glisser légérement sur la cause des *répulsions*. Si l'on n'admet que la matiere lancée de toutes parts autour du corps électrisé, on peut bien dire pourquoi il chasse les petits corps qui le touchent, comment il les tient écartés de lui ; & l'on répond comme on peut, à ceux qui demandent d'où vient que de pareils corps sont attirés. Mais il faut se taire ou dire de mauvaises raisons, quand il s'agit d'expliquer comment, par l'un ou par l'autre de ces deux courants, des corps tout semblables entr'eux sont poussés en même temps, les uns dans

un ſens, les autres dans un ſens oppoſé. Auſſi met-on ce fait à l'écart, comme s'il n'exiſtoit pas ; & quoique je l'aie objecté bien des fois, perſonne n'a fait ſemblant de m'avoir entendu.

XXI. LEÇON.

Pour moi qui ai duement prouvé que ces deux courants exiſtent en même temps autour du corps électriſé, & qui ai expliqué ci-deſſus les attractions par l'un, & les répulſions par l'autre, je n'ai qu'un mot à ajouter, pour faire remarquer que ces deux effets peuvent avoir lieu enſemble.

En effet, puiſque *la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, eſt diviſée par rayons, dont chacun eſt animé d'un mouvement propre & progreſſif* [9], [10], [11] ; n'eſt-il pas tout ſimple que chacun d'eux n'entraîne avec lui tout ce qu'il trouve en ſon chemin, d'aſſez mobile pour obéir à ſon impulſion ? Les corps attirés ſont donc ceux qui obéiſſent à la matiere affluente, & les corps repouſſés ſont ceux qui ſont emportés par la matiere effluente.

Les uns & les autres devroient

XXI. LEÇON.

naturellement aller & venir en ligne droite, *ainsi que le fluide invisible qui les entraîne* [1]. Mais comme les mouvements sont opposés, il est presque impossible qu'il n'arrive des chocs & des déviations; & parce que c'est le hasard qui les produit, les effets apparents qui en résultent, sont aussi de ceux qu'on ne peut pas prédire.

Comme toutes les parties du corps électrisé ont leurs effluences & leurs affluences, il doit y avoir aussi attractions & répulsions simultanées à chacune d'elles; les effets ont lieu partout où regnent les causes.

VII. FAIT.

LES attractions & les répulsions électriques, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus ou moins vives, & s'étendent à des distances plus ou moins grandes, suivant la nature des supports sur lesquels sont placés les petits corps qui doivent être attirés & repoussés.

EXPICATION.

LES corps qui sont attirés en apparence, sont poussés réellement vers

le corps électrisé, *par la matiere électrique qui lui vient de toutes parts* 11. Mais cette matiere affluente ne lui vient pas seulement de l'air; elle vient aussi *de tous les autres corps du voisinage, qui sont capables de s'électriser par communication* 14; *& dans ceux-là la matiere électrique se meut avec bien plus de facilité que dans tous les autres, tant pour entrer que pour sortir* 7. Si vous placez donc des corps légers sur un support de métal, sur la main d'un homme, &c. ils seront portés au tube ou au conducteur électrisé plus vivement & de plus loin, que s'ils étoient placés sur un gâteau de résine, ou suspendus en l'air; parce que la matiere électrique, que la présence du corps électrisé détermine à venir à lui, *sort du métal & des corps vivants, &c. plus abondamment & avec plus de force que ces corps résineux & de l'air* 7 & 14.

XXI. LEÇON.

Comment la nature des supports influe sur les attractions & répulsions.

De même, quand ces petits corps ont touché le tube de verre ou le conducteur qui les attire, ils sont électrisés eux-mêmes, repoussés vers leur support, & hors d'état d'être attirés de nouveau, jusqu'à ce qu'ils

XXI. LEÇON.

aient perdu leur électricité acquise : or, *comme rien n'eſt plus propre à la leur ôter promptement que le métal non-iſolé* [17], ils ne l'ont pas plutôt touché, que la matiere affluente les reprend, pour les entraîner au corps électriſé. Au lieu que ſi le ſupport étoit de la cire d'Eſpagne ou quelque matiere réſineuſe, le petit corps électriſé n'y perdroit ſa vertu que lentement ; & quand il auroit repris ſon premier état, & qu'il ſeroit ſujet à attraction, *la matiere qui vient d'un pareil ſupport eſt ſi foible* [7], qu'elle ne le porteroit qu'avec peine vers le tube ou vers le conducteur.

On voit par-là comment les attractions & répulſions électriques peuvent devenir plus fortes ou plus foibles par le voiſinage de certains corps ; & combien il eſt important d'avoir égard à ces circonſtances, quand on fait ces ſortes d'expériences, dans la vue de réſoudre quelque queſtion.

VIII. FAIT.

TOUT ce qu'on veut électriſer par communication, doit être poſé ſur des matieres qui ne s'électriſent bien

que par frottement ; telles ſont le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la ſoie, &c.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Pourquoi certaines matieres ſont plus propres que d'autres à iſoler les corps qu'on veut électriſer par communication.

UN corps s'électriſe par communication, lorſque la matiere électrique, *qui réſide en lui* 4, reçoit du mouvement par le contact ou l'approximation d'un corps déja électrique, qui la détermine à ſe porter du dedans au dehors : or, la cauſe qui détermine, doit agir d'autant plus efficacement, qu'elle agit ſur un corps plus iſolé ou plus petit, puiſqu'alors elle a moins de matiere à mettre en mouvement. Un homme qui ſe tient placé immédiatement ſur le plancher d'une chambre, ne s'électriſe que très-peu ou point, parce qu'il communique avec de grandes maſſes qui ſont électriſables comme lui, & que l'action qu'on exerce ſur la matiere électrique qui réſide en lui, attaque en même temps *celle de tous les autres corps* 4, avec leſquels il a communication. Et cette action partagée à tant de corps, n'a preſque point d'effet ſenſible ſur aucun d'eux.

Il n'en eſt pas de même, ſi l'on

XXI. LEÇON.

met un gâteau de réſine ſous les pieds de cet homme ; comme *les corps de cette eſpece ne s'électriſent preſque point par communication* [7], le corps électrique qui doit communiquer ſa vertu, n'agit alors que ſur l'homme iſolé, & ne détermine au mouvement que la matiere qui eſt en lui.

Pour rendre cette explication plus claire, il faut que je prenne les choſes de plus haut, & que je diſe de quelle maniere je conçois qu'un corps s'électriſe quand on le frotte, & comment, une fois électriſé, il communique ſa vertu à un autre corps.

Idée de l'électriſation, ou de la maniere dont l'électricité s'excite par le frottement.

QUAND je frotte un tube de verre, un bâton de cire d'Eſpagne, une boule de ſoufre, &c. je mets en mouvement & les parties du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores ; eſt-ce aux parties du verre que le mouvement s'imprime d'abord pour ſe communiquer enſuite à la matiere électrique, ou tout au contraire ? C'eſt ce que j'examinerai ailleurs ; mais il eſt sûr *que la matiere électrique s'élance ſenſiblement du dedans au dehors* [10], & le verre

verre s'échauffe : en voilà assez pour me faire croire que tout est agité.

XXI. LEÇON.

Le corps frotté ne s'épuise point par ces émanations continuelles, quelque temps qu'elles durent, parce que la matiere électrique qui sort, est toujours remplacée *par une matiere semblable* [11], *qui vient non-seulement de l'air, mais même de tous les autres corps qui sont dans le voisinage* [14]. *Si la matiere électrique est présente partout* [4], comme il y a tout lieu de le croire, elle doit s'empresser de remplir tous les espaces qui se trouvent vuides des parties de son espece : c'est le propre des fluides, de se répandre uniformément, & de se mettre en équilibre avec eux-mêmes : représentez-vous un seau percé de toutes parts, que vous auriez plongé dans un bassin : si vous épuisiez tout-à-coup ce vaisseau avec une pompe ou autrement, ne se rempliroit-il pas aussi-tôt aux dépens de l'eau du bassin, & ce remplacement ne se feroit-il pas autant de fois que l'épuisement seroit réitéré ?

L'Electricité n'est donc rien autre chose que l'état d'un corps qui reçoit

XXI. LEÇON.

continuellement les rayons convergents d'une matiere très-subtile, tandis qu'il laisse échapper de toutes parts des rayons divergents d'une pareille matiere ; il est comme la source de celle-ci, & le terme de celle là. Et comme l'effluence de l'une occasionne l'affluence de l'autre, le remplacement entretient aussi la durée des émanations.

Idée de la maniere dont les corps s'électrisent par communication.

APPROCHONS maintenant d'un corps qui est dans cet état, un autre corps capable de s'électriser par communication, & convenablement isolé : la matiere électrique qui est en repos dans ce corps, doit se mettre en mouvement, & se porter du dedans au dehors par deux raisons : 1°. Parce que *tout ce qui est dans le voisinage d'un corps électrisé, lui fournit cette matiere que nous avons nommée affluente* [14]. 2°. Parce qu'une partie de cette même matiere qui réside dans le corps qu'on approche du corps électrisé, doit recevoir des impulsions continuelles de la part des rayons effluents qui s'élancent de celui-ci, *& qui sont capables de pénétrer dans les corps les plus compactes.*

Mais si ce corps perd ainsi la matiere électrique qui réside en lui, ou il doit bientôt s'épuiser, ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matiere semblable à celle qu'il perd ; or, on ne peut pas dire qu'il s'épuise, car ces émanations durent autant de temps qu'on veut les exciter ; mais il lui arrive ce qu'on observe en général à tout ce qui est actuellement électrique, soit par communication, soit par frottement : *tant que dure l'émanation de la matiere intérieure, une pareille matiere vient de toutes parts remplacer celle qui sort* [11]. Ainsi l'électricité communiquée, comme celle qu'on excite par frottement, consiste toujours dans une effluence & dans une affluence simultanées de la matiere électrique.

XX. LEÇON.

Comme le premier de ces deux mouvements naît en partie par l'impulsion ou par le choc, dans le corps qu'on électrise par communication, & qu'un certain choc ne peut animer sensiblement qu'une certaine quantité de matiere, il est nécessaire de limiter celle que doivent mouvoir les rayons effluents du corps électri-

XXI LEÇON.

trique communiquant ; & c'eſt ce que l'on fait en interpoſant quelque matiere réſineuſe, *peu propre à être pénétrée par le fluide électrique* 7, & qui interrompt fort à propos la continuité des corps électriſables.

IX. FAIT.

DANS l'expérience de Hauxbée, qui eſt ſi connue, (*A*, *fig.* 19.) des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau en dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe.

EXPLICATION.

Explication de l'expérience d'Hauxbée & de ſes circonſtances.

APRÈS ce que j'ai dit ci-deſſus pour expliquer les attractions électriques, il ne me reſte qu'à faire remarquer ici que les deux ſurfaces du verre s'électriſent enſemble, quoiqu'on n'en frotte qu'une. Les fils attachés au centre du globe, ſont dirigés vers la ſurface intérieure par la matiere affluente qui les enfile, en venant de l'air extérieur, par l'axe ſur lequel

ils sont arrêtés ; & ceux du cerceau deviennent convergents au globe par une pareille matiere qui se rend de toutes parts à la surface extérieure.

XXI. LEÇON.

Une circonstance assez singuliere de cette expérience, & qui mérite plus d'attention que le reste, c'est que les fils du dedans changent de place, & semblent s'écarter quand on souffle sur le verre, ou qu'on prête le doigt par dehors à l'endroit où ils tendent.

On peut rendre raison de ces effets, en disant, 1°. que le souffle le plus souvent chargé d'humidité, diminue ou fait cesser l'électricité à la partie du verre qu'il attaque, & alors le fil qui s'y dirigeoit, retombe par son propre poids : 2°. Quand on approche le doigt de la surface extérieure, *la matiere qui sort de ce doigt, en la présence du globe électrisé* 14, passe à travers le verre, & va fortifier les aigrettes de l'autre surface ; & alors ces effluences de la surface intérieure l'emportent en force sur la matiere affluente qui dirige le fil, & elles le repoussent pour un temps.

XXI. LEÇON.

Je n'imagine pas gratuitement que la matiere qui sort du doigt en pareil cas, pénetre dans le verre, & va fortifier les effluences de la surface intérieure du globe. Si l'on fait entrer dans ce vaisseau un peu de sciure de bois ou du son de farine, on verra très-distinctement chaque petite parcelle s'élancer & sauter, quand le bout du doigt se présentera dessous; c'est une épreuve que j'ai répétée cent fois.

X. FAIT.

CERTAINS corps ont peine à s'électriser, les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere, si la matiere électrique réside par-tout; d'où peut venir cette différence?

EXPLICATION.

Pourquoi certains corps s'électrisent mieux par le frottement, & d'autres par la communication.

UN corps n'est point électrisé, pour avoir en soi la matiere électrique; *il faut que cette matiere en sorte pour être remplacée par une semblable* [10] & [11]; il faut qu'il y ait

effluence & affluence, comme je l'ai dit plusieurs fois ci-dessus : or, cette matiere[7], toute subtile qu'elle est, *ne pénetre pas tous les corps indistinctement & avec la même facilité* [7] ; elle trouve dans les uns des passages plus libres que dans les autres, tant pour sortir que pour entrer. XXI. LEÇON.

D'ailleurs il est probable que ces élancemens sont causés & entretenus par quelque mouvement intestin, imprimé aux parties du corps que l'on a frotté : j'ai lieu de croire que le ressort de ces parties y entre pour beaucoup ; car j'observe qu'en général les corps dont les parties ont le plus de roideur, sont aussi les plus propres à s'électriser par frottement.

XI. FAIT.

QUOIQUE tout ce qui est léger & libre puisse être attiré ou repoussé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéissent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulsions.

EXPLICATION.

L'EXPÉRIENCE a fait connoître

XXI. LEÇON.

que cette disposition plus ou moins grande à être attiré & repoussé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties. On apperçoit aisément la raison de ce phénomene, quand on considere que les mouvements alternatifs d'attraction & de répulsion sont les effets de la matiere électrique, tant effluente qu'affluente, qui, quoique assez subtile pour pénétrer dans les corps les plus compactes, & pour se faire jour au travers de leurs pores, n'en est pas moins une matiere composée de parties solides, capables par conséquent de heurter & d'entraîner avec elle tout ce qu'elle rencontre de solide dans son chemin. Les corps les plus denses doivent donc lui donner plus de prise que les autres; une paillette de métal, plus qu'un fragment de papier; un ruban mouillé ou gommé, plus que le même ruban, s'il étoit lavé & sec, &c.

Pourquoi il y a des corps plus susceptibles les uns que les autres, des attractions & répulsions électriques.

UNE chose à laquelle il faut encore faire attention, c'est que les corps qui sont attirés & repoussés le plus vivement, sont justement ceux

Observation importante.

qui s'électrisent le mieux par communication ; une feuille de métal à qui l'on présente un tube de verre nouvellement frotté, s'électrise d'abord peu ou beaucoup, c'est-à-dire, que la matiere électrique qui réside en elle, se dispose à sortir de toutes parts, ou sort réellement.

Le premier de ces deux états, (lorsqu'elle n'est point encore électrique, mais toute prête à l'être,) état qui ne peut cesser que quand elle ne touchera plus la table ou le corps non-électrique qui la soutient ; ce premier état, dis-je, la met plus en prise qu'un morceau de papier, à la matiere affluente qui va au tube : car, outre son excès de densité, elle oppose encore des pores pleins d'une matiere presque effluente; de sorte qu'elle n'a peut-être aucun point de sa surface qui ne soit susceptible du choc qui tend à la mener au tube.

Lorsqu'elle s'enleve, & qu'elle commence à s'approcher du tube, elle s'électrise alors de plus en plus, & *son volume augmente par une atmosphere de rayons divergents* [10], comme je l'ai dit ci dessus. Et il aug-

XXI. LEÇON.

mente quelquefois, de maniere que, rencontrant les rayons de la matiere effluente du tube en ſuffiſante quantité, la petite feuille de métal rétrograde avant qu'elle ait touché le corps électrique qui l'attiroit.

Cette activité, comme on le voit, tant pour aller au tube que pour s'en écarter, vient donc en très-grande partie de la facilité avec laquelle certains corps reçoivent l'électricité d'un autre.

XII. FAIT.

L'ÉLECTRICITÉ ſe communique preſqu'en un inſtant par une corde de douze cents pieds & plus, à laquelle on fait faire pluſieurs retours: comment ſe peut-il faire que la matiere électrique paſſe ſi promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en ſuive ainſi les différentes directions?

EXPLICATION.

C'EST une ſuppoſition très-vraiſemblable, & que les plus habiles Phyſiciens n'ont pas fait difficulté d'avancer ou d'admettre, que, dans

XXI. LEÇON.

Comment la vertu électrique peut se transmettre en si peu de temps à des distances très-grandes.

es corps les plus denses, il y a plus de vuide que de plein, plus de pores que de parties solides; on peut donc croire, à plus forte raison, que dans une corde, dans une verge de fer, &c. la porosité est telle, que la matiere électrique, (*fluide subtil qui réside par-tout* [1]) jouit d'une continuité de parties non-interrompues: ainsi, dès que les rayons ou les filets de cette matiere très-mobile par elle-même, sont poussés par un bout, ou déterminés à se mouvoir, comme je l'ai dit ci-dessus, je conçois que le mouvement est bientôt transmis jusqu'à l'autre extrémité; ou que les premieres parties venant à sortir, donnent lieu aux autres de les suivre sans délai, à-peu-près comme le mouvement se transmet par une file de corps élastiques & contigus; ou bien comme l'eau d'un canal se meut toute entiere, dès qu'on lui permet, ou qu'on la force de couler par un bout.

Ainsi, quand j'électrise une corde de deux cents toises par l'une de ses extrémités, je ne prétends pas que, dans le premier instant, les rayons

XXI. LEÇON.

effluents de l'autre bout soient individuellement la matiere électrique du tube qui ait parcouru toute la longueur de la corde, mais seulement une matiere semblable, qu'elle a trouvé résidante dans la corde, & qu'elle a poussée devant elle.

Si le fluide électrique ou le mouvement qui lui est imprimé, suit toujours la corde, malgré ses détours & ses sinuosités, c'est vraisemblablement en conséquence de ce principe que j'ai déja cité plusieurs fois, *que la matiere électrique trouve moins d'obstacles dans les corps les plus denses, que dans l'air même de l'atmosphere* [8]. Elle suit les différentes directions du corps qui lui oppose le moins de résistance.

XIII. FAIT.

UNE légere humidité nuit à l'Electricité qu'on excite par frottement; & bien loin d'être nuisible, elle est favorable à l'Electricité par communication.

EXPLICATION.

XXI. LEÇON.

L'ÉLECTRICITÉ que l'on fait naître par le frottement, dépend beaucoup d'un certain mouvement intestin que l'on fait prendre aux parties propres du corps que l'on frotte; & ce mouvement lui-même, cette espece d'irritation exige que les parties soient libres, & jouissent de toute leur élasticité; une vapeur humide, ou une légere couche d'eau, empêche apparemment que ces parties ne se mettent en jeu, ou bien elle empâte, pour ainsi dire, les pores, & ne permet pas que la matiere électrique s'y meuve librement, tant pour entrer que pour sortir.

Pourquoi l'humidité, qui ne nuit point à l'Electricité que l'on communique, met un obstacle considérable à celle qu'on veut exciter par frottement.

L'Électricité qui se communique par des conducteurs, ne leur doit, suivant toutes les apparences, que les passages libres qu'ils donnent à la matiere électrique; ce sont des milieux purement passifs: or, l'expérience fait connoître que l'eau reçoit & transmet aisément cette matiere; par conséquent, si elle se trouve unie à quelque autre substance, bien loin d'empêcher que celle-ci

ne s'électrise par communication, elle doit au contraire faciliter cet effet.

XXI. LEÇON.

XIV. FAIT.

L'ELECTRISATION augmente la transpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & desseche les corps solides qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre.

Ces faits sont prouvés par une suite d'expériences que j'ai publiées dans les 4e & 5e Discours de mes *Recherches* sur les causes particulieres des phénomenes électriques, & dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, *année* 1747, p. 234 *& suiv.*

EXPLICATION.

Comment l'Electrisation accélere l'évaporation des liquides, la transpiration des animaux, &c.

IL faut se rappeler ici la 14e Expérience de la seconde Section; dans laquelle nous avons vu que des écoulements qui se faisoient naturellement goutte à goutte, ont été vivement accélérés par l'électrisation; nous avons attribué cet effet aux effluences de la matiere électrique, qui entraînent rapidement les petites gouttes de liqueur qu'elles trouvent sur leur chemin; & en effet, cette cause

se présente si naturellement, qu'il n'est pas possible de la méconnoître. On peut de même lui attribuer ce qui arrive aux animaux & aux corps évaporables qu'on électrise; la transpiration est un écoulement insensible qui se fait par les pores de la peau; quand la matiere électrique est forcée de sortir par ces mêmes issues, elle entraîne ce qu'elle y rencontre; & cela dure un certain temps, l'animal, à la fin, se trouve avoir plus transpiré qu'il n'auroit fait dans son état naturel.

C'est à-peu-près la même chose pour les corps capables d'évaporation: quand on les électrise, ces mêmes effluences dont nous venons de parler, emportent avec elles les parties superficielles d'une liqueur; ou bien elles chassent hors du corps d'où elles sortent, ce qu'elles trouvent de liquide dans ses pores: ainsi après une électrisation de quelque durée, on trouve un déchet sensible dans le poids.

XV. FAIT.

ON augmente aussi la transpiration

des animaux, & l'on fait diminuer le poids des ſubſtances évaporables, en les plaçant ſeulement auprès des corps qu'on électriſe.

XXI. LEÇON.

Cela eſt encore prouvé par un grand nombre d'expériences que l'on trouvera à la ſuite de celles que j'ai citées ci-deſſus.

EXPLICATION.

Pourquoi cet effet a lieu pour des corps non-iſolés qui ſont placés dans le voiſinage des corps qu'on électriſe.

NOUS avons vu par la ſeconde Expérience de la IIe Section, que la matiere électrique qui vient des corps environnants au corps électriſé, accélere auſſi les écoulements qui ne ſont point iſolés; il eſt donc comme indubitable que la même matiere, en ſortant de l'animal pour ſe rendre au corps qu'on électriſe, précipite la tranſpiration, qui, ſans cela, ſe feroit avec plus de lenteur.

Il eſt aiſé de comprendre auſſi qu'en pareil cas une liqueur s'évapore plus vîte que de coutume, étant aidée par le fluide électrique qui traverſe toute ſa maſſe, pour arriver au corps électriſé: une poire, ou un autre fruit, doit perdre auſſi une portion de ſes ſucs, par la même cauſe.

XVI.

XVI. FAIT.

XXI. LEÇON.

LES attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulieres dans le vuide que dans l'air libre.

EXPLICATION.

Pourquoi les attractions & répulsions électriques sont moins régulieres dans le vuide qu'en plein air.

POUR que ces mouvements aient une certaine régularité, il faut que les effluences électriques conservent leur forme ordinaire d'aigrettes épanouies ; il faut que leurs rayons, séparés les uns des autres, aient une certaine divergence, afin que les rayons de la matiere affluente puissent passer entr'eux, & y faire passer avec eux les petits corps qu'ils entraînent ; mais cette divergence, si nécessaire aux rayons de la matiere effluente, vient principalement de la résistance qu'ils éprouvent de la part de l'air, en débouchant du conducteur ; cela n'a presque plus lieu dans le vuide ; les rayons effluents n'ont plus d'autre cause de divergence que l'impétuosité de leur éruption ; & l'on peut voir, en faisant l'expérience dans l'obscurité, qu'ils demeurent réunis plusieurs ensemble,

XXI. LEÇON.

sous la forme de gros jets lumineux.

Ce qui prouve bien que c'eſt-là la véritable cauſe de cette diminution ou irrégularité qu'on remarque dans les attractions & répulſions éprouvées dans le vuide, c'eſt que l'on corrige ce défaut, en terminant le conducteur qui porte l'Electricité dans le récipient, par une bouteille de verre dont le fond ſoit arrondi, & qui contienne de l'eau ou du mercure (*B*, *fig.* 19;) car, comme le verre tamiſe davantage la matiere électrique effluente, & la diviſe en petits jets, les choſes ſe paſſent alors à-peu-près comme dans l'air libre.

ARTICLE SECOND.

Contenant les Phénomenes de la ſeconde Claſſe.

Phénomenes de la ſeconde claſſe preſque entierement ignorés des Anciens.

LES Anciens n'ont point ignoré que l'ambre nouvellement frotté, jette quelque lueur en même temps qu'il attire les petites pailles ou autres corps légers qui ſont à ſa portée: mais voilà tout ce qu'on peut légitimement leur attribuer touchant la connoiſſance des lumieres électri-

ques, considérées comme telles : c'est l'ouvrage de nos jours d'avoir rapporté à l'Electricité certains feux, connus véritablement dans l'Antiquité, mais dont on ignoroit si bien la cause, qu'on les a pris pour des prodiges. XXI. LEÇON.

Les phénomenes d'Electricité, dans lesquels il y a lumiere ou inflammation, sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Physiciens qui les ont découverts, & l'étonnement des Amateurs ou des Curieux, à qui on les a montrés : je n'oublierai jamais la surprise que nous causa, à M. Dufay & à moi, la premiere étincelle que nous vîmes éclater sur la jambe d'un des nôtres que nous avions électrisé; on se souviendra long-temps d'avoir vu la Cour & la Ville se rendre avec le plus grand empressement dans nos Laboratoires, pour y voir, pour y ressentir cette espece de fulmination qu'on nomme aujourd'hui *l'Expérience de Leyde*; on se souviendra d'avoir vu jusqu'au peuple s'en divertir à prix d'argent dans les lieux publics.

XXI. LEÇON.

Les feux électriques plus propres que les autres phénomenes à nous éclairer sur la nature & sur les causes de l'Electricité.

LA matiere électrique devenant apparente par elle-même, lorsqu'elle s'anime jusqu'à s'enflammer, nous laisse bien mieux appercevoir les différents mouvements dont elle est capable, que dans les autres cas où elle demeure invisible; c'est aussi à la faveur de ces effets accompagnés de lumiere, que nous sommes parvenus à démêler les causes immédiates & à former des conjectures plausibles sur celles qui ne sont pas susceptibles d'être recherchées par la voie de l'expérience: si l'Electricité s'étoit manifestée d'abord par de tels signes, il est à présumer que, n'ayant plus affaire à un être invisible, nous aurions su plus tôt en quoi consiste essentiellement cette mystérieuse vertu. Les faits qui nous restent à expliquer, pour être les plus brillants & les plus singuliers, ne sont pas les plus difficiles.

I. FAIT.

A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés;

qu'on entend bruire ſourdement, & qui fait ſur la peau une impreſſion aſſez ſemblable à celle d'un ſouffle leger.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

Comment ſe forment les aigrettes lumineuſes.

JE conſidere chaque particule de matiere électrique, comme une petite portion *de feu élémentaire, ou de toute autre matiere analogue à celle-là, & capable comme elle de s'enflammer par le choc* [9]. Lorſque cette matiere, *qui s'élance hors du corps électriſé*, y rencontre *celle qui vient la remplacer* [10] & [11], elle reçoit un choc qui la fait briller à nos yeux. Deux cailloux tranſparents deviennent lumineux en ſe heurtant; pourquoi la matiere électrique ne feroit-elle pas la même choſe, elle qui reſſemble ſi bien à la matiere de la lumiere, que la plupart des Phyſiciens penſent que c'eſt elle-même?

Les particules de matiere électrique, qui s'allument & s'entre-choquent, & que l'inflammation rend viſibles, doivent paroître rangées dans l'ordre avec lequel elles ſortent du corps électriſé: or, *la matiere effluente s'élance toujours en forme*

d'aigrettes ou de bouquets épanouis.

XXI. LEÇON. Si l'inflammation de la matiere électrique vient de la colliſion des parties qui vont en ſens contraires, & de l'éclat ſubit qui s'enſuit, &c. comme il y a tout lieu de le penſer, nous ne devons pas chercher ailleurs la cauſe de ce petit bruit qu'on entend, quand on apperçoit les aigrettes lumineuſes ; car tout corps qui éclate ſubitement, frappe & fait retentir l'air qui l'environne, plus ou moins fort, ſuivant la grandeur de ſon volume & la promptitude de ſon expanſion.

Enfin, le ſouffle léger qu'on ſent ſur la peau quand on préſente le viſage ou le revers de la main aux bouquets lumineux, eſt l'effet naturel & ordinaire d'un fluide qui a un courant déterminé, & qui ſe meut avec une vîteſſe ſenſible ; or, *cette matiere, qui brille au bout d'une barre de fer électriſée, vient évidemment de l'intérieur de cette barre, & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance* 5.

Pourquoi ces feux ne produiſent qu'un vent frais.

ON dira peut-être qu'une matiere enflammée devroit être brûlante,

ou chaude au moins ; au lieu que les aigrettes lumineuſes dont il eſt ici queſtion, ne font ſentir qu'un ſouffle dont le ſentiment tient moins de la chaleur que du frais.

Mais ne ſait-on pas que les idées de chaud & de froid ſont relatives à nos ſens, & que ce qu'on appelle *frais*, n'eſt autre choſe qu'une chaleur très-tempérée & un peu moindre que celle de notre état ordinaire ? Ne ſait-on pas auſſi que les ſubſtances les plus légeres, les plus raréfiées, s'embraſent le plus aiſément, c'eſt-à-dire, que telles d'entre elles s'enflamment par un degré de chaleur qui ſuffiroit à peine pour échauffer ſenſiblement un corps plus denſe ? Ne ſouffre-t-on pas de l'eſprit-de-vin ou de l'éther enflammé au bout de ſon doigt ?

Cela ſuffit pour nous faire concevoir qu'il peut y avoir de véritables inflammations qui n'atteignent pas au degré de chaleur qui nous eſt naturel & ordinaire ; telle eſt apparemment celle de la matiere électrique, lorſque la divergence de ſes rayons lui fait prendre un certain degré de raréfaction.

XXI. LEÇON. Ce qui rend ma conjecture vraisemblable, c'eſt que, quand cette même matiere vient à ſe condenſer, alors elle devient un feu aſſez actif pour entamer les autres corps; ces mêmes aigrettes, qui ne faiſoient ſentir qu'un ſouffle léger, brûlent vivement, comme on va le voir.

II. FAIT.

LORSQU'ON approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal, d'un corps quelconque fortement électriſé, on apperçoit une ou pluſieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit; & ſi ce ſont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle eſt accompagné d'une piquûre ou d'une commotion qui ſe fait ſentir de part & d'autre.

EXPLICATION.

Ce qui fait éclater les étincelles électrique.

QUAND on préſente un corps non-iſolé (ſur-tout ſi c'eſt un animal ou du métal), à un autre corps fortement électriſé, les rayons effluents de celui-ci *naturellement divergents*, & par conſéquent raréfiés, acquierent une

une plus grande force, pour deux raisons : 1°. parce qu'ils coulent avec plus de vîtesse ; 2°. parce que leur divergence diminue, & qu'ils se condensent : deux circonstances qu'il est aisé d'observer, si l'on présente le doigt aux aigrettes lumineuses, & qui s'expliquent aisément quand on sait d'ailleurs que *la matiere électrique trouve moins de difficulté à pénétrer dans les corps les plus denses, que dans l'air même de l'atmosphere* [8]. Ce n'est donc plus seulement une matiere effluente & rare qui heurte une autre matiere venant de l'air avec peu de vîtesse, comme dans le premier fait ; c'est un fluide condensé & accéléré qui en rencontre un autre (*celui qui vient du doigt* [14]) presque aussi animé que lui & par les mêmes raisons ; ainsi le choc doit être plus violent, l'inflammation plus vive, le bruit plus éclatant.

XXI. LEÇON.

Si les deux corps qui s'approchent, tant celui qui est électrisé que celui qui n'est point isolé, sont tous deux animés, l'étincelle éclate avec douleur de part & d'autre, parce que les deux filets de matiere enflammée ;

XXI. LEÇON.

qui se rencontrent & qui se choquent fortement, souffrent chacun une répercussion qui rend leur mouvement rétrograde ; & cette réaction d'un filet de matiere qui se dilate en s'enflammant, doit distendre avec violence les pores de la peau, ou remonter même assez avant dans le bras, comme cela arrive en effet le plus souvent. Une personne électrisée qui tient en sa main une verge de métal par un bout, ressent, comme par contre-coup, toutes les étincelles qu'on excite à l'autre extrémité: comme aussi ces mêmes secousses se font ressentir au coude de la personne non-isolée qui les excite avec son doigt.

C'est apparemment par cette raison qu'on voit cesser subitement, ou diminuer très-considérablement l'Electricité d'un corps, à la surface duquel on excite une étincelle ; car je conçois que cette réaction, dont je viens de parler, arrête tout-d'un-coup l'effluence de la matiere électrique, sans laquelle il n'y a plus d'affluence : & quand ces deux courants n'ont plus lieu, il n'y a plus d'électricité.

XXI. LEÇON.

ON m'objectera peut être qu'en vertu de cette répercuſſion, les effluences ne devroient ceſſer qu'à l'endroit où l'on excite l'étincelle, & qu'elles devroient continuer par-tout ailleurs. Objection.

Conſidérons que, *dans les corps électriſés, & électriſables par communication, la matiere électrique ſe meut avec plus de facilité que dans l'air même* [8]. En conſéquence de ce principe, nous devons penſer qu'en préſentant le doigt de fort près à un conducteur électriſé, nous déterminons toutes les effluences à quitter leur premiere direction pour ſe porter de ce côté-là. Et, en effet, on obſerve que toutes les fois qu'on approche du conducteur, un corps de même nature, mais non-iſolé, les répulſions ceſſent ou diminuent beaucoup dans les fils d'épreuve ou dans tout ce qui leur reſſemble, & que les aigrettes lumineuſes s'affoibliſſent ou diſparoiſſent (*a*). Réponſe.

(*a*) Quand on voudra vérifier ce fait, il faut que ce ſoit ſur un conducteur qui ait reçu la doſe d'Electricité qu'on voudra lui donner, & que l'on ne continue pas d'électriſer; car s'il

XXI. LEÇON.

On ne voit pas la même chose avec les corps électrisés par frottement, parce que *ce sont des milieux aussi peu, & peut-être encore moins perméables que l'air pour la matiere électrique* 7, & que les effluences qui s'élancent des différents points de leur surface, ont moins de peine à continuer leur premiere route, qu'à revenir à travers l'épaisseur de ces corps, vers le doigt qui les provoque; ainsi, de toutes ces effluences, on ne répercute jamais que celles qui sortent vis-à-vis du corps qui excite les étincelles : & par-tout ailleurs l'Electricité subsiste avec elles.

III. FAIT.

LES étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes sans être provoquées par un autre corps : cela n'est-il pas contraire aux explications précédentes, où l'on prétend que l'effet en question vient du choc de la matiere effluente contre la matiere affluente qui sort d'un corps plus compacte que l'air environnant?

étoit à même de reprendre ce qu'il perd, les affoiblissements dont je parle ne seroient peut-être pas assez sensibles.

EXPLICATION.

XXI. LEÇON.

D'où viennent les étincelles spontanées.

LES étincelles doivent éclater dans toutes les occasions où les effluences & les affluences se rencontrent & se heurtent avec assez de force ; il est vrai que ce degré de force, qui dépend de la densité des rayons & de leur vîtesse, se trouve presque toujours dans le cas où les deux courants s'élancent l'un contre l'autre en sortant de deux corps, dont l'un est électrisé, & l'autre seulement électrisable par communication ; mais on conçoit aisément que ces deux matieres peuvent se choquer de même, & produire un effet semblable dans d'autres circonstances qui seront propres à condenser leurs rayons, & à leur donner une certaine énergie ; ce n'est qu'autour du verre électrisé qu'on remarque ces éclats spontanées, qui d'ailleurs sont assez rares. J'en ai produit parfois avec des tubes que je frottois dans des temps secs & froids ; & je les ai attribués aux effluences plus fortes que d'ordinaire, & qui, se croisant d'une aigrette à l'autre, opposoient à la matiere affluente une espece de foyer que sa

XXI. LEÇON.

rencontre étoit capable d'enflammer : *voy.* à la lettre *G*, (*fig.* 17.) comment ce concours de rayons peut avoir lieu.

On voit encore & plus ſouvent éclater la matiere électrique aux bords des carreaux de verre dorés qu'on électriſe par communication ; mais on ſait auſſi que c'eſt le cas des effluences les plus abondantes & les plus rapides ; leur colliſion avec la matiere affluente (celle-ci ne vînt-elle que de l'air ambiant) doit être forte à proportion; car la grandeur du choc dépend de la vîteſſe avec laquelle deux corps ſe rencontrent, & il ſuffit que l'un des deux en ait beaucoup, pour qu'ils ſe heurtent d'une maniere violente.

Enfin, j'ai vu de ces fulminations à des bouteilles pleines d'eau que j'électriſois dans le vuide, & elles ont été quelquefois ſi violentes, que ces bouteilles en ont été briſées : je m'en ſuis pris de même au choc des deux matieres, & il ma paru devoir être d'autant plus fort dans ces occaſions, que les affluences ſont fournies d'aſſez près par la platine de la machine pneumatique, laquelle étant, comme on ſait, de métal, leur

donne beaucoup plus d'énergie qu'elles n'en pourroient avoir, ſi elles ſortoient immédiatement de l'air environnant; ajoutez encore que le vuide dans lequel ſe fait cette colliſion des deux matieres, ne cauſe aucun déchet à la vîteſſe avec laquelle chacune d'elles ſe porte vers l'autre. XXI. LEÇON.

La rupture de la bouteille eſt un effet de la répercuſſion des effluences, & de la dilatation momentanée que le choc y produit : j'inſiſterai davantage ſur ceci, lorſque j'expliquerai les commotions électriques.

IV. FAIT.

UN homme électriſé qui paſſe légérement ſa main ſur une perſonne non-iſolée, vêtue de quelque étoffe où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceler de toutes parts, non-ſeulement elle, mais encore toutes les autres qui ſont habillées de pareilles étoffes & qui la touche; & ces étincelles ſe font ſentir aux perſonnes ſur qui elles paroiſſent, par des picottements qu'on a peine à ſouffrir.

EXPLICATION.

CE fait bien conſidéré n'eſt au fond

XXI. LEÇON.

Comment les étincelles se multiplient par plusieurs petits conducteurs presque contigus les uns aux autres.

que celui-ci qui est plus simple & plus connu. Tandis qu'un fil de métal non-isolé fait étinceler en *E*, (*fig.* 19.) un corps qu'on électrise, il étincelle lui-même par son autre extrémité *F*, s'il s'y rencontre quelque autre corps non-isolé qui lui soit presque contigu; & l'on peut multiplier cet effet en arrangeant ainsi de pareils corps à la suite de celui qui se présente au corps électrisé, en observant toujours de les tenir séparés les uns des autres, par un très-petit intervalle.

Je dis que notre quatrieme fait revient à celui-là; car ce sont des petits fils, ou des petites lames d'or & d'argent, dont la continuité a été interrompue par les accidents que l'étoffe a soufferts; ce sont des portions de métal séparées les unes des autres par la soie, ou en général par les matieres qu'on a fait entrer avec elles dans le tissu: il ne s'agit donc plus que de rendre raison de ce dernier fait, & voici comment on le peut faire.

Quand le premier de ces fils de métal qui sont à la suite les uns des autres, se trouve assez près du corps qu'on électrise, la matiere effluente

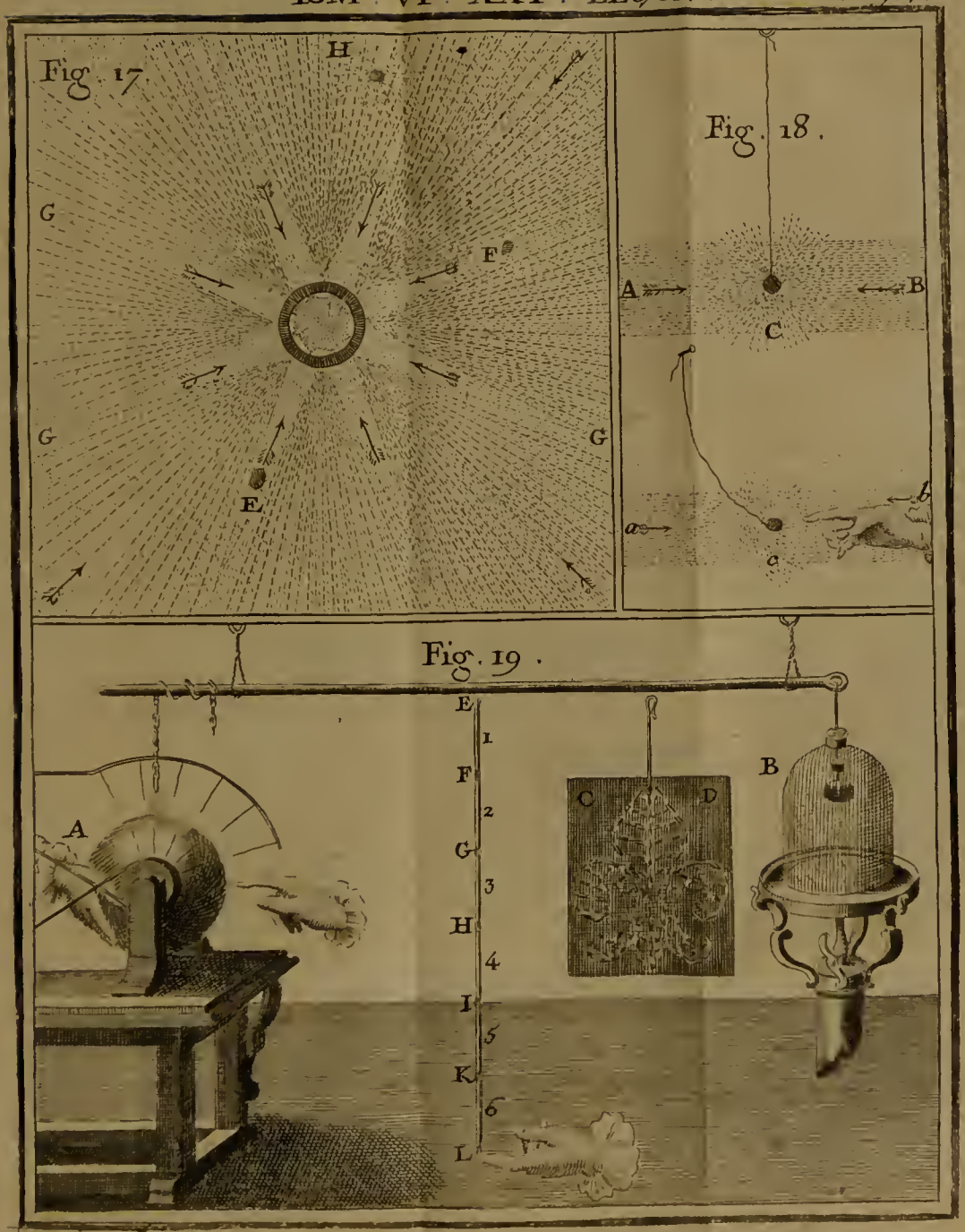
de celui-ci, & la matiere affluente qui vient de celui-là, s'enflamment en se choquant, & cette collision rend ces deux courants de matiere électrique rétrogrades, comme je l'ai fait entendre plus haut. Voici ce que cela produit dans les petits intervalles *F G H I*, &c. la matiere qui sortoit du premier corps pour aller au conducteur isolé, étant répercutée vers *F*, rencontre & répercute à son tour, celle qui débouche du second avec la même tendance; celle-ci, en rétrogradant, fait la même chose en *G*, & ainsi de suite; & tant que ces répercussions sont assez fortes, elles se manifestent par des coups de lumiere, & par des secousses sensibles quand elles aboutissent à des corps animés.

Cette explication convient non-seulement aux feux électriques, dont on fait briller les étoffes enrichies d'or & d'argent; mais encore à ceux qu'on voit pétiller en pareils cas, & serpenter sur les couvertures des livres, sur les papiers qui portent des ornements formés avec quelque matiere métallique, sur la surface étamée des miroirs; le long des chaînes

qu'on fait étinceler par un bout, &c.

XXI. LEÇON. Et comme les mouvements de la matiere électrique suivent volontiers les différentes directions qu'on peut faire prendre aux corps qui la transmettent, on peut arranger sur un carreau de verre ou sur une glace, suivant tel dessin qu'on voudra, des petits quarrés de métal, par exemple, de ces feuilles d'étain dont on se sert à étamer les glaces, qui se présentent tous les uns aux autres par leurs angles, faisant en sorte que la suite de ces petits morceaux de métal ne fasse qu'une ligne, qui pourra pourtant avoir toutes sortes de courbures. Si l'on approche d'un corps fortement électrisé une des extrémités de cette ligne, tandis qu'on mettra la main à l'autre, on la fera étinceler; & toutes les petites lumieres, qui éclateront dans les intervalles, rendront visible dans l'obscurité le dessin qu'on aura suivi. Cependant si ce dessin étoit composé de lignes rentrantes sur elles-mêmes, comme un cercle, une étoile, une fleur-de-lys *CD*, (*fig.* 19.) (*a*) il ne faudroit pas mettre le dessin

(*a*) Cette partie *CD* de la figure 19 a été mal



Gobin. del. et Sculp

en entier sur la même surface du ver-
re, mais en mettre une partie sur une XXI.
surface & l'autre sur l'autre, faisant LEÇON.
communiquer ces deux parties par
une lame de métal non-interrompue
qui iroit d'une surface à l'autre, afin
que le tout ne fît qu'une ligne. Sans
cette précaution les étincelles ne tra-
ceroient qu'une partie du dessin.

V. FAIT.

UNE personne électrisée, sur-tout si elle l'est par le moyen du globe de verre, allume avec le bout de son doigt de l'esprit-de-vin, ou une autre liqueur inflammable, légérement échauffée, que lui présente une autre personne non-isolée.

EXPLICATION.

Ce qui cause les inflammations électriques.

Il y a toute apparence que la matiere qui fait l'Electricité, ou qui en opere les phénomenes, est la même que cet élément, qu'on appelle feu ou lumiere[3], & sur l'existence duquel presque tous les Physiciens sont d'accord aujourd'hui : or, cette matiere quand elle est ani-

faite : la fleur-de-lys ne doit pas être pleine, & une portion de sa circonférence doit être placée sur l'autre surface du verre. Voyez là-dessus mes *Lettres sur l'Electricité, Part. III. pag.* 523 *& suiv. & les fig.* 13, 14 & 15. *Pl.* 4.

XXI. LEÇON.

mée d'un certain degré de mouvement, & qu'elle eſt armée, pour ainſi dire, *de quelque matiere plus groſſiere qu'elle même* ³, devient capable d'entamer les autres corps, de les pénétrer, & de les réduire en flamme & en fumée. L'étincelle qui naît par le choc des deux matieres effluente & affluente, augmente juſqu'à cauſer l'inflammation d'une liqueur qui s'y trouve toute diſpoſée par ſa nature, & par un certain degré de chaleur qu'on lui a fait prendre.

Je ne crois pas ce degré de chaleur préparatoire d'une néceſſité abſolue pour le ſuccès de l'expérience ; dans le cas d'une Electricité très-forte, on enflammera peut-être l'eſprit-de-vin qui n'aura que la température ordinaire d'une chambre fermée, dans une ſaiſon moyenne : mais pour ſentir pourquoi l'on rend cette inflammation électrique plus facile en chauffant un peu la liqueur, qu'on ſe ſouvienne que l'étincelle qui produit cet effet, doit naître du choc des deux matieres ; ſavoir, de celle qui s'élance du doigt électriſé, & de celle qui vient de la liqueur en ſens contraire : or, *toute matiere électrique*

ſort difficilement d'un corps ſolide ou fluide qui eſt gras, réſineux, ou ſulfureux comme de l'eſprit-de-vin, &c. à moins que ce corps n'ait été chauffé ou frotté 7.

C'eſt encore pour cette raiſon qu'il vaut mieux tenir la liqueur qu'on veut enflammer, dans une cuiller de métal, ou dans le creux de la main, que dans du verre, de la faïence, &c. car, comme *la matiere électrique ſort des métaux & des corps vivants avec plus de force que des autres* 7, celle qui viendra de la cuiller ou de la main, après avoir pénétré à travers la liqueur, donnera lieu à un choc plus violent, à une étincelle plus brûlante.

L'effet eſt toujours le même, ſoit que l'eſprit-de-vin ſoit tenu par la perſonne électriſée ou par l'autre; car de l'une ou de l'autre maniere on conçoit aiſément qu'il y a conflit des deux matieres effluente & affluente à la ſurface de la liqueur, & cela ſuffit pour l'inflammation. Ce qui prouve bien que cet effet dépend eſſentiellement du choc de ces deux matieres, c'eſt qu'il manque totalement, quand au lieu du doigt on preſente un bâton de cire d'Eſpa-

gne, ou un morceau de soufre, *d'où l'on sait qu'il ne sort point de matiere électrique* [7], sinon quand elle est excitée par le frottement.

XXI. LEÇON.

VI. FAIT.

SI l'on tient dans une main un vase de verre ou de porcelaine en partie plein d'eau, dans lequel soit plongé le bout d'une verge de métal électrisée, & qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle, on sent une violente & subite commotion dans les deux bras, & souvent même dans la poitrine, dans les entrailles, & généralement dans toutes les parties du corps (*a*) (*fig.* 20.)

EXPLICATION.

Comment se fait la commotion dans l'expérience de Leyde.

TOUT nous indique & nous porte à croire que *la matiere électrique est un fluide très-subtil, très-élastique, qui réside par-tout au-dedans comme au-dehors des corps* [4]. Il est par conséquent au-dedans de nous-mêmes; & si nous en jugeons par la facilité avec laquelle il y entre & en sort, par l'extrême

(*a*) On connoît maintenant ce fait sous le nom d'*Expérience de Leyde*, parce que c'est dans cette ville qu'elle paroît avoir été faite pour la premiere fois.

finesse de ses parties, par la porosité de notre matiere propre, nous n'aurons pas de peine à comprendre qu'il jouit en nous d'une parfaite continuité, & que ses mouvements y peuvent être au moins semblables à ceux des autres fluides que nous connoissons mieux. Or, qu'arriveroit-il à un tonneau, si la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelque endroit ?

XXI. LEÇON.

Tous ceux qui ont quelque idée de Physique, conviendront que le choc seroit réparti à toute la masse liquide, & que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient ; on m'accordera encore que si la liqueur, au lieu d'un seul choc, en recevoit en même temps deux par des parties opposées, la commotion générale dont je viens de parler, en seroit plus forte. Hé bien, l'homme qui fait l'expérience de Leyde est dans un cas semblable à celui du tonneau. La matiere électrique dont il est rempli, & intimement pénétré, se trouve frappée ou répercutée tout à la fois par deux côtés opposés, dans le moment qu'il excite l'étincelle au conducteur ; & c'est ce qu'il est important de prouver.

XXI. LEÇON.

Comme la matiere électrique devient lumineuse quand elle est choquée, faisons entrer des corps diaphanes dans notre expérience, & voyons si la commotion s'y rendra sensible par une lumiere interne; dans cette vue, au lieu d'une seule personne, j'en emploie deux, dont l'une tient le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle; & je leur fais tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau. Lorsque l'explosion se fait, & que les deux corps animés ressentent la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brille d'un éclat de lumiere aussi subit & d'aussi peu de durée, que le coup qui saisit les deux personnes appliquées à cette épreuve: n'est-il pas tout-à-fait probable qu'on verroit en nous la même chose, si nous étions transparents comme le verre & l'eau?

Au lieu du tube plein d'eau, si les deux personnes qui font l'expérience, se présentent mutuellement un œuf crud l'une à l'autre, à la distance de quelques lignes; au moment de la commotion, si c'est dans la nuit, ou dans un lieu obscur, on voit étinceler l'extrémité

l'extrémité de chacun des deux œufs, & tous les deux paroiſſent également remplis de lumiere, (*fig.* 21). XXI. LEÇON.

Mais ce qui prouve inconteſtablement que dans cette expérience, comme dans toutes les autres de ce genre, le feu électrique agit en deux ſens oppoſés, c'eſt que ſi on lui donne à percer des corps filandreux ou mous, comme du papier, des feuilles d'étain battu, &c. il forme de part & d'autre des bavures, par leſquelles il eſt aiſé de juger que les trous ont été faits par des agents directement oppoſés. *Voyez ma cinquieme Lettre ſur l'Électricité, page* 121, *&c. & le quatrieme Mémoire de M. Symmer, traduit & imprimé en François, chez Guérin & Delatour, pag.* 90 *& ſuiv.*

Mais d'où vient ce double choc de la matiere électrique? & pourquoi eſt-il plus violent dans le cas dont il s'agit, que dans les autres?

C'eſt un fait, que les étincelles qu'on tire d'un conducteur garni de verre par celle de ſes extrémités, qui eſt oppoſée au globe, ſont plus fortes, plus ſenſibles, que celles qu'on tireroit du même corps ſans

XXI. LEÇON.

cette circonstance ; j'en appelle au témoignage de tous ceux qui, voulant faire l'expérience de Leyde avec une verge de fer aboutissant dans une bouteille en partie pleine d'eau, ont préludé en approchant le doigt de ce conducteur seulement, avant que de tenir le vase : ils conviendront que les étincelles en pareil cas, pincent tout autrement qu'à l'ordinaire. Et en voici, je crois, la raison ; c'est que la matiere électrique poussée par le globe, ayant peine à percer à travers l'épaisseur de la bouteille, reflue en partie par le conducteur, & se précipite avec d'autant plus de force sur le doigt qu'on y présente, *ce doigt étant pour elle un milieu de facile accès* ; delà naît un choc plus violent contre le courant de matiere électrique qui va du doigt au conducteur.

Mais ces deux courants, (celui qui vient du conducteur & celui qui coule du doigt) se répercutent mutuellement ; &, suivant la loi des corps à ressort, le reflux du premier s'annonce par un éclat de lumiere, qui remplit ordinairement la bou-

teille ; & celui du ſecond deviendra ſenſible par une étincelle, ſi la perſonne qui fait l'expérience, au lieu de toucher la bouteille, approche ſon doigt d'un morceau de métal, ou de quelque autre corps ſemblable non-iſolé.

Si l'on ſuppoſe maintenant que la perſonne, en tirant l'étincelle du conducteur, ait ſon autre main appliquée à la bouteille, on concevra aiſément qu'en cet endroit il doit y avoir un violent contre-coup cauſé par la rencontre des deux courants, devenus rétrogrades par le premier choc. Je dis violent, parce que l'expérience nous montre que le verre électriſé donne à la matiere électrique qui le pénetre, une énergie qu'elle n'acquiert pas en traverſant les conducteurs ordinaires, ſoit qu'il réagiſſe ſur elle par le mouvement inteſtin dont il s'anime en s'électriſant, ſoit que ſa poroſité, par quelque qualité particuliere & ſecrete, lui procure une plus grande vîteſſe.

VII. FAIT.

IL faut, pour réuſſir dans l'expé-

XXI. LEÇON.

rience que j'ai rapportée pour ſixieme fait, que le vaſe qui contient l'eau ſoit de verre, de porcelaine, de grès (*a*). Un vaſe de métal, de bois, ou de quelque autre ſubſtance propre à faire des conducteurs, n'auroit pas le même ſuccès.

EXPLICATION.

Pourquoi dans cette expérience le vaſe qui contient l'eau, doit être de verre, ou de quelque matiere vitrifiée.

C'EST une choſe indiſpenſablement néceſſaire que la main qui touche, avant qu'on excite l'étincelle, ne faſſe pas perdre à la verge de fer ſon Electricité; car ſi cela arrivoit, ce ſeroit fort inutilement qu'on eſſaieroit de faire étinceler cette verge avec l'autre main; & c'eſt un fait connu depuis long-temps *qu'on déſélectriſe aiſément* (b) *& promptement une barre de fer en la touchant avec la main*.

Un autre fait qui eſt auſſi conſtant, mais plus nouveau, c'eſt que le vaſe de verre rempli d'eau, lequel

(*a*) J'ai reconnu depuis que le cryſtal de roche, le talc, & quelques autres matieres dures & tranſparentes du regne minéral, peuvent tenir lieu de verre dans l'expérience de Leyde.

(*b*) J'appelle ici *déſélectriſer*, ôter au conducteur des ſignes d'Electricité, qui ſe manifeſtent ſur ſa longueur quand il eſt iſolé.

s'électriſe par communication dans cette expérience, ne ceſſe pas d'être fortement électrique, pour être touché ou manié par la perſonne non-iſolée qui le ſoutient; cet attouchement fait au vaſe ne change donc rien à l'état de la verge de fer qui lui tranſmet l'Electricité : ainſi l'on pourra toujours faire étinceler cette verge, & par conſéquent exciter la commotion qui eſt le réſultat ordinaire de cette épreuve, tant que la verge de métal qui conduit l'Electricité ſera plongée dans un vaſe de verre ou de porcelaine, parce que les matieres vitrifiées, ou à demi-vitrifiées, lorſqu'elles deviennent fortement électriques, *continuent de l'être aſſez long-temps, quoique touchées par des corps qui ne le ſont pas* [18].

XXI. LEÇON.

La bouteille électriſée pour l'expérience de Leyde, perd ſon Electricité peu-à-peu, mais elle eſt très-long-temps à la perdre entierement : je lui en ai trouvé des ſignes encore très-ſenſibles après un eſpace de temps de plus de 36 heures; & ce qu'il y a de ſingulier & de très-vrai, quoi qu'en diſent quelques Auteurs, c'eſt que cette Electricité ſe conſerve

XXI. LEÇON.

mieux & plus long-temps, quand la bouteille eſt poſée ſur des corps électriſables par communication, que quand elle eſt iſolée, ou poſée ſur du verre : apparemment parce que dans le premier cas le ſupport fournit des *affluences* de matiere électrique, & reçoit en lui les *effluences* de la bouteille, *ce que ne peut pas faire auſſi bien une matiere telle que le verre qui n'a été ni frotté, ni chauffé* 7. Voy. ſur cela mon *Eſſai ſur l'Electricité des corps*, *p.* 203.

RÉFLEXIONS.

Epoque de l'Expérience de Leyde.

L'EXPÉRIENCE que je viens d'expliquer, n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées de Leyde, l'une de feu M. Muſchenbroek à feu M. de Réaumur, & l'autre de M. Allaman à moi, leſquelles nous l'annoncerent comme une nouvelle découverte, & dans des termes capables d'effrayer. Ces Meſſieurs ne nous ayant point marqué expreſſément par qui elle avoit été faite pour la premiere fois, je pris le parti de la nommer *l'Expérience de Leyde*, nom qu'elle a toujours porté depuis. Je m'appliquai particulierement, &

par ordre de l'Académie, à revoir ce ſingulier phénomene, à l'examiner dans toutes ſes circonſtances, pour être en état de dire en quoi il conſiſte eſſentiellement, & quelles en ſont les cauſes immédiates, ou du moins les plus prochaines. Au bout de trois mois, j'en rendis compte par un Mémoire (*a*) où l'on trouve à ce ſujet beaucoup de détails dont voici les principaux articles :

XXI. LEÇON.

1°. La qualité du verre qu'on emploie dans cette expérience, ne tire point à conſéquence ; le plus commun comme le plus fin m'a paru réuſſir également, toutes choſes égales d'ailleurs.

2°. Le verre n'eſt point la ſeule matiere avec laquelle on puiſſe faire l'expérience ; j'y ai ſubſtitué, avec un certain ſuccès, la porcelaine, l'émail, le grès, le cryſtal de roche, le talc, &c.

3°. Quand la bouteille eſt d'un verre mince, elle vaut mieux que s'il étoit plus épais.

4°. Une grande bouteille vaut mieux qu'une petite, juſqu'à un certain

(*a*) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, 1746, *p.* 1 & *ſuiv. Pl.* 1, *fig.* 1.

point cependant ; car quand la surface du verre est excessivement grande, elle ne procure point un plus grand effet, que si elle étoit moindre.

XXI. LEÇON.

5°. La figure est une chose fort indifférente ; on peut se servir d'une capsule ou d'une jatte, aussi-bien que d'une bouteille, (*fig.* 22).

6°. Il est nécessaire que le vaisseau de verre soit bien sec & bien essuyé au dehors, & même au dedans, à la partie qui n'est point remplie d'eau.

7°. Car c'est une attention qu'on doit avoir de ne le point remplir entierement.

8°. L'eau qu'on met dans le vaisseau ou dans cette bouteille, peut-être froide ou chaude : il m'a paru que l'effet pouvoit devenir plus grand avec l'eau chaude ; mais comme elle s'exhale en vapeur, elle mouille la partie du vaisseau qui doit rester vuide & seche, & c'est un inconvénient.

9°. J'ai substitué à l'eau, du mercure, du menu plomb à giboyer, des broquettes, de la limaille de fer, de cuivre, &c. avec un plein succès ; cependant il m'a semblé que l'eau faisoit encore mieux.

10°. Les

10°. Les huiles, le soufre fondu, l'esprit-de-vin, & généralement toutes les matieres grasses ou spiritueuses, m'ont mal réussi. XXI. LEÇON.

11°. L'effet est plus grand & plus sûr, quand la bouteille repose sur la main d'un homme, ou sur un support électrisable par communication, que lorsqu'on la laisse isolée; mais il est sûr que dans ce dernier cas elle s'électrise assez pour donner la commotion.

12°. Une chose absolument essentielle, c'est qu'il s'établisse une communication non interrompue entre la surface extérieure de la bouteille, & le conducteur qui y transmet l'Electricité.

13°. Cette communication peut se faire par une seule personne qui ait une main appuyée à la bouteille, tandis qu'avec l'autre main elle excite une étincelle au conducteur; mais on peut aussi former cette communication avec plusieurs qui se tiennent par la main ou autrement, & dont la premiere tienne la bouteille, tandis que la derniere fait étinceler le conducteur; j'en ai employé

jusqu'à 30°, avec une pleine réussite.

XXI. LEÇON. 14°. Cette même communication peut être formée avec toute autre chose que des corps animés ; mais il est de toute nécessité que les corps qu'on emploie à cet usage soient de ceux qu'on nomme *conducteurs*, c'est-à-dire, électrisables par communication.

15°. Il n'est pas nécessaire que ces corps, qui forment la communication, soient isolés.

16°. Les autres corps qui touchent ceux par qui la communication est formée, ne participent point à la commotion que ceux-ci éprouvent.

17°. Les corps qui forment la communication, & en qui se passe la commotion, ne donnent extérieurement aucun des signes ordinaires d'Electricité : ils n'attirent & ne repoussent point les corps légers qui sont autour d'eux.

18°. La commotion, dans l'expérience de Leyde, se transmet par les matieres fluides comme par les solides.

19°. Cette même commotion s'étend à des distances prodigieuses, en un clin d'œil.

20°. Elle peut être assez violente pour tuer des animaux ; & ceux qui périssent ainsi, se trouvent après la mort, dans l'état de ceux qui sont foudroyés par le tonnerre. XXI. LEÇON.

21°. Il n'est pas besoin d'employer un vaisseau creux, ni de l'emplir d'eau ; un carreau de verre enduit de quelque métal de part & d'autre, peut être mis en place de la bouteille : mais alors il faut laisser à l'une & à l'autre surface deux pouces de bords qui ne soient point enduits, (*fig.* 23).

22°. Un bout de tuyau de verre, enfilé sur le conducteur, m'a souvent fait ressentir la commotion, lorsque j'y pensois le moins.

23°. En 1747, je fis voir que l'expérience de Leyde peut se faire très-bien avec un vaisseau de verre qui ne contienne ni eau, ni métal, mais qui soit seulement bien purgé d'air : *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1747, *p.* 24. Enfin, je sais de bonne part qu'une personne a ressenti une commotion semblable à celle qui caractérise l'expérience de Leyde, en frottant d'une main le dos d'un

XXI. LEÇON.

chat, tandis que l'autre main étoit à une très-petite distance du nez de l'animal; cet effet est rare, parce qu'il faut un temps très-favorable à l'Electricité, un chat très-électrisable; & si l'on en fait l'essai, on doit le tenir sur quelque étoffe de soie, & le frotter un certain temps avant que de porter le doigt à son nez, (*fig.* 24).

De tous ces faits bien constatés, il y a 16 ou 17 ans, j'ai tiré la conséquence suivante dans laquelle je persiste; savoir:

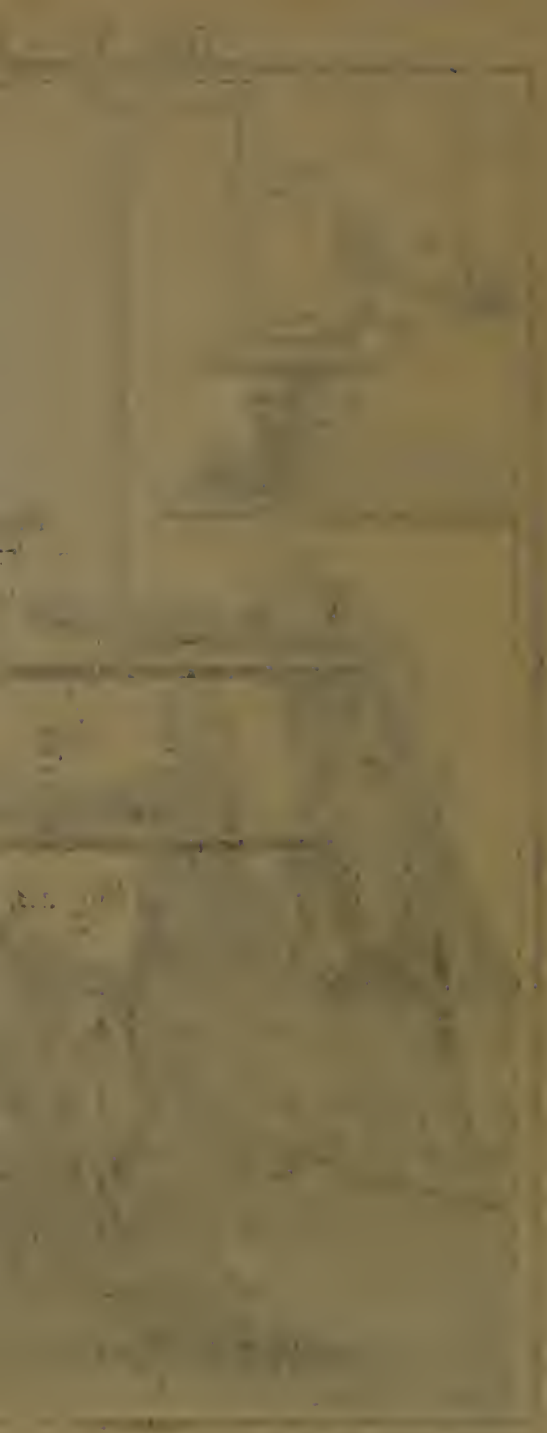
Conséquence tirée de ces résultats.

QUE dans l'expérience de Leyde, tout consiste à électriser fortement par communication un corps, de telle espece qu'il puisse être, (pourvu qu'il soit de ceux qu'on peut toucher pendant un certain temps sans les déélectriser), ce corps touchant d'une part au conducteur isolé, par où il s'électrise, & de l'autre à un conducteur, isolé ou non, qui tire une étincelle du premier.

VIII. FAIT.

Un globe ou un tube de verre, dont on a ôté l'air par le moyen

Gelin. del. et sculp.



d'une machine pneumatique ou autrement, devient tout lumineux en dedans, lorsqu'on le frotte par dehors, & ne donne aucun autre signe un peu considérable d'Electricité ; c'est-à-dire, qu'on ne lui voit attirer ni repousser sensiblement les corps légers qu'on lui présente, & qu'on ne ressent & n'apperçoit autour de lui aucune de ces émanations qui s'y font sentir, quand il est frotté dans son état ordinaire.

XXI. LEÇON.

Il se présente ici deux effets ; le premier est cette lumiere diffuse qu'on voit briller dans le vaisseau purgé d'air ; le second est la privation de l'Electricité, occasionnée par le vuide.

EXPLICATION.

L'ÉLÉMENT du feu, ce fluide subtil, qui, selon toute apparence, ne laisse aucun espace vuide dans la nature, remplit seul la capacité du vaisseau purgé d'air : il jouit d'une mobilité parfaite, parce qu'il n'est embarrassé par aucune substance étrangere, & que la continuité de ses parties ne souffre aucune inter-

D'où naît cette lumiere diffuse qui brille dans les vaisseaux de verre qu'on électrise après les avoir purgés d'air.

ruption : dans cet état il reçoit avec autant de facilité que de promptitude les secousses réitérées que lui impriment les parties du verre agitées par le frottement ; or, le feu purement élémentaire, & qui n'est uni à aucune autre matiere capable de retarder son expension, s'allume au moindre mouvement ; mais son inflammation se termine à une simple & subite lueur.

XXI. LEÇON

Pourquoi ces vaisseaux ne montrent aucuns signes d'Electricité au dehors.

QUANT au second effet, il vient de ce que la matiere électrique, *que le verre frotté a coutume de lancer dans l'air qui l'environne, se porte de préférence dans l'intérieur du vaisseau où l'on a fait le vuide* 8 & 10, parce qu'elle y trouve moins de résistance : dès qu'il n'y a plus d'effluences au dehors, les affluences n'ont plus lieu, non plus que les attractions & les répulsions, qui sont les effets ordinaires de ces deux courants.

Pourquoi certains baromètres sont lumineux.

La matiere électrique devient toujours lumineuse dans le vuide, soit que le vaisseau soit frotté par dedans ou par dehors ; elle le devient également par l'action même des parties du verre frotté, ou par le choc d'une matiere semblable, introduite

par un conducteur, ou tamisée à travers l'épaisseur du vaisseau ; c'est pour cela qu'un baromètre qui a été rempli au feu, paroît tout lumineux dans sa partie supérieure, lorsqu'en faisant balancer le mercure, on excite un frottement contre la surface intérieure du tube : c'est encore par la même raison qu'on fait naître des élancements de lumiere dans un matras purgé d'air, quand on le frotte extérieurement, ou quand on agite un peu de mercure qu'on y a renfermé à dessein. Enfin, on produit un effet assez semblable dans un globe de verre dont on a épuisé l'air, en le faisant tourner vis-à-vis, & à une petite distance d'un autre globe qu'on électrise à l'ordinaire par le frottement ; dans ce dernier cas, ce sont les effluences du globe frotté, qui pénétrant dans l'autre, allument par leur choc la matiere électrique qu'il renferme.

XXI. LEÇON.

IX. FAIT.

UN globe de verre enduit de cire d'Espagne par-dedans, & que l'on frotte après l'avoir purgé d'air, de-

XXI. LEÇON.

vient lumineux intérieurement comme dans le huitieme fait ; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'eſt qu'en regardant par un des pôles (que l'on a ſoin de ne point enduire comme le reſte), on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobſtant l'opacité naturelle de la cire d'Eſpagne.

EXPLICATION.

Pourquoi dans l'expérience d'Hauxbée on apperçoit la main qui frotte le globe, à travers la cire d'Eſpagne, dont il eſt enduit intérieurement.

La matiere électrique qui ſort de la main [14], *contre celle qui fait effort pour ſortir du verre frotté* [10], s'anime d'un mouvement qui la rend lumineuſe ; des morceaux d'agate ou des cailloux qui ſe heurtent, paroiſſent tout brillants de lumiere dans l'obſcurité : pourquoi la matiere électrique, plus dure & plus élaſtique que ces corps, ne produiroit-elle pas un pareil effet par le choc de ſes parties ? Les doigts ſe diſtinguent donc & ſe deſſinent par la lumiere qui naît entre eux & le verre ; & cette lumiere qui n'eſt autre choſe que la matiere électrique enflammée, ſe communique de proche en proche, & ſuivant l'ordre des parties frot-

tantes, *à la matiere électrique réſidante dans la couche de cire d'Eſpagne qui enduit intérieurement le globe* 4 ; & donne par-là à cette cire naturellement opaque, aſſez de tranſparence pour tranſmettre l'image de la main appliquée au vaiſſeau.

X. FAIT.

LE conducteur électriſé par un globe de verre, lance des aigrettes très-grandes & très-épanouies ; & les pointes de métal qu'on y préſente, ne produiſent que des feux beaucoup plus courts (des points lumineux) (*A*, *fig.* 25).

Avant que d'entrer dans l'explication de ce fait, il eſt à propos de remarquer, 1°. qu'il n'a lieu que quand le corps non-iſolé qu'on préſente au conducteur, eſt terminé par une pointe fort aiguë : car, quoique pointu, s'il eſt fort mouſſe, il produit une aigrette ou une gerbe de rayons lumineux, dont l'éruption n'eſt point équivoque. Obſervations importantes.

2°. Qu'aux pointes mêmes les plus aiguës, le point lumineux bien obſervé, eſt une véritable aigrette

XXI. LEÇON.

qui s'élance vers le conducteur, comme il a été prouvé dans la seconde Section.

3°. Que ces feux plus ou moins marqués, suivant la nature, la grandeur, la forme, le degré de proximité du corps non isolé qui les produit, sont toujours moins grands, moins continus que ceux qui viennent du conducteur contre eux.

EXPLICATION.

Pourquoi la pointe non-isolée qu'on présente à un conducteur électrisé par le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

APRÈS les trois remarques que je viens de faire, on doit considérer que *des deux courants de matiere électrique, d'où derivent tous les phénomenes de ce genre, il faut presque toujours en supposer un plus fort que l'autre* [12] : sans cela les effluences ne pourroient s'élancer au dehors, ni les affluences s'avancer vers le corps électrisé : sans cela le choc qui rend ces deux matieres lumineuses, les réduiroit aussi au repos, ou les feroit rétrograder toutes deux ; sans cela il n'y auroit ni attractions, ni répulsions, ces mouvements apparents n'étant que l'effet sensible de la matiere invisible qui entraîne

les petits corps d'un côté ou de l'autre.

On attribue avec beaucoup de vraisemblance, les émissions électriques (les effluences) au mouvement de vibration que le frottement excite dans les parties du corps qu'on électrise. Or, le verre ayant plus de roideur & de ressort que toutes les autres substances qui sont électrisables comme lui, est plus susceptible qu'aucune d'elles, de cette espece de mouvement; il doit, par conséquent, lancer avec supériorité la matiere électrique, ou dans l'air, ou dans les conducteurs qui sont à sa portée.

Aussi l'expérience est-elle tout-à-fait d'accord avec ce raisonnement. Autour du verre nouvellement frotté, autour d'une barre de fer qui reçoit de lui l'Electricité, on sent, & plus fortement & de plus loin, les émanations électriques, qu'autour du soufre, de la cire d'Espagne, &c. Les feux électriques lancés par ces dernieres substances, sont toujours beaucoup moins apparents que les aigrettes d'un conducteur électrisé par le verre.

XXI. LEÇON.

Plus les effluences ſont fortes, ſoit par la vîteſſe de leur mouvement, ſoit par la denſité de leurs rayons, moins les affluences trouvent de facilité pour ſe porter au corps électriſé : celles-ci doivent donc déboucher difficilement du doigt d'un homme non-iſolé, ou d'une pointe qui ſe trouve vis-à-vis d'un conducteur qu'on électriſe avec le verre ; & c'eſt par cette raiſon, ſans doute, qu'un corps très-aigu ne produit en pareil cas qu'une aigrette très-mince & très-courte, & que d'un corps plus mouſſe, le même feu, quoique plus ample & plus nourri, ne ſort que par des éruptions interrompues.

XI. FAIT.

SI le couſſin ou l'homme qui frotte le globe de verre eſt iſolé, & qu'il ait quelque partie ſaillante & pointue qui ſe porte dans l'air ; au lieu d'une aigrette ſemblable à celle du conducteur *A*, (*fig.* 25.) on ne voit à cette pointe *B*, (*fig.* 26.) qu'un feu très-court, un point lumineux.

Mais obſervez que ce point lumi-

neux vu à la loupe, si la vue simple ne suffit pas, est une véritable aigrette, qu'il a un mouvement progressif en avant, ce qu'on reconnoît aisément en lui présentant la fumée d'une chandelle nouvellement éteinte, la flamme d'une petite bougie, ou le revers de la main, pour sentir le souffle qui sort de la pointe lumineuse.

XXI. LEÇON.

EXPLICATION.

CE feu électrique est court, parce que ce sont des effluences foibles dans leur origine, & retardées dans leur mouvement par des affluences accélérées.

Pourquoi la pointe d'un coussin isolé qui frotte le verre, ne montre qu'une très-petite aigrette, un point lumineux.

La force des effluences vient principalement, comme nous l'avons dit, des vibrations libres des parties du verre : sous le coussin, ou sous la main qui frotte, ce mouvement est géné par l'attouchement; & les pores du verre plus dilatés en cet endroit que par-tout ailleurs, sont plus disposés à recevoir la matiere électrique, qu'à la pousser au-dehors. Il ne peut donc naître delà que des émissions foibles & languissantes; &

XXI. LEÇON.

une preuve que les affluences profitent de cet affoiblissement, pour entrer en plus grande abondance dans le coussin qui frotte, c'est que si l'on y présente une lame mince, ou une pointe de quelque métal à la distance d'un pouce ou environ, on en verra couler un feu plus ample & plus alongé, que si on la présentoit au conducteur ou au globe. (*C*, *fig.* 26).

XII. FAIT.

QUAND on électrise avec le globe de soufre, un conducteur terminé en pointe, au lieu d'une belle aigrette, comme dans le dixieme fait, on n'apperçoit qu'un corps lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe. (*D*, *fig.* 27); & si l'on y présente une pointe non-isolée, elle produit une aigrette *E*, plus alongée que le point lumineux qu'on y verroit, si elle étoit vis-à-vis le conducteur électrisé avec du verre.

EXPLICATION.

DÈS qu'il est bien prouvé par les expériences que nous avons rappor-

tées dans la seconde Section, que les points lumineux sont de véritables effluences de la matiere électrique, le fait dont il est ici question, nous indique par l'inspection même des feux qu'on observe en *D* & en *E*, & encore en observant les écoulements lumineux qui se répandent en *F* du conducteur sur le globe, que les effluences excitées par le soufre sont moins fortes que les affluences auxquelles il donne lieu, quand il est frotté : j'en vois une raison assez plausible, en observant que ce minéral, quoique dur & élastique, ne l'est pas à beaucoup près autant que le verre ; ce qui fait qu'il ne peut pas lancer avec autant de force que lui le fluide électrique qu'il a reçu dans ses pores. Mais s'il a moins de ressort & de réaction, il se dilate davantage que lui : le moindre frottement, le moindre degré de chaleur ouvre ses pores jusqu'à faire craquer toute la masse, & même jusqu'à la briser : il est tout simple qu'avec cette qualité, il reçoive & absorbe, pour ainsi dire, plus aisément la matiere électrique, qu'il ne la pousse au dehors.

XXI. LEÇON.

Pourquoi l'on ne voit qu'un feu très court, un point lumineux, à la pointe d'un conducteur électrisé par le soufre.

XXI. LEÇON.

Mais, dit-on, puisque cela arrive toujours ainsi avec le soufre, la cire d'Espagne, le coussin isolé qui frotte le verre, & que l'on voit toujours le contraire avec le globe de verre, n'est-on pas bien fondé à admettre deux especes d'Electricités, l'une appartenante au verre, & l'autre aux matieres résineuses ?

La différence qu'on observe entre les feux électriques produits par le soufre, & ceux que le verre fait naître, ne suffit pas pour établir l'existence de deux électricités essentiellement différentes.

A parler exactement, je ne pense pas qu'on puisse dire qu'il y a dans la nature deux Electricités *essentiellement différentes* : parce que dans l'Electricité produite par le verre, comme dans celle qui naît du soufre & des matieres que nous nommons *résineuses*, c'est le même fluide qui agit, & qu'il agit toujours de même ; c'est-à-dire, en se partageant en deux courants dont les directions sont opposées ; & parce que les différences qu'on remarque dans ces deux Electricités, ne sont que des *plus* & des *moins*, ou de simples accidents qui ne touchent point à la nature des choses : mais à cela ne tienne que je ne sois d'accord avec ceux qui s'obstinent sur la nécessité d'admettre ces distinctions ; je dirai, tant qu'on voudra,

XXI. LEÇON.

voudra, que l'Electricité du verre se distingue de celle du soufre, par la grandeur & l'arrangement des feux qu'elle produit; j'appellerai la premiere Electricité *en plus*, & la seconde Electricité *en moins*, pourvu que l'on convienne que dans celle-ci & dans celle-là, il y a toujours deux courants de matiere qui vont en sens contraires l'un de l'autre.

XIII. FAIT.

UN conducteur isolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de soufre, qu'on électrise le plus également qu'il est possible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entierement* celle qu'il a.

C'est ainsi que ce fait est énoncé par quelques Auteurs qui admettent dans la nature *deux Electricités essentiellement différentes, & qui se détruisent mutuellement dans le même sujet.* Mais pour dire les choses comme elles sont, il est vrai que les signes ordinaires & extérieurs de la vertu électrique diminuent sensiblement dans toute la longueur d'une barre de fer disposée comme je viens de

Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait.

LEÇON. XXI.

le dire ; je conçois même comme poſſible qu'ils diſparoiſſent tout-à-fait : je dis que je le conçois comme poſſible, parce que je ne l'ai jamais vu complétement, quelque peine que je me ſois donnée pour cela, & quelque intérêt qu'on eût à me le montrer. Mais ce qu'on ne manque jamais de voir aux deux extrémités du conducteur dont il s'agit, ce ſont deux écoulements très-ſenſibles de matiere électrique enflammée, dont l'un plus foible *G*, ſe répand ſur le globe de verre, & l'autre plus fort & plus marqué *F*, ſur le globe de ſoufre. *Voyez* la *Figure 16.*

[f] Obſervation importante à faire dans cette expérience.

Ces deux écoulements de matiere électrique venant ſur-tout d'un corps iſolé, prouvent, je crois, d'une maniere inconteſtable, que ce corps n'eſt point *entierement* dépourvu d'Électricité ; ils prouvent encore auſſi clairement, que l'une des deux Électricités ne détruit pas l'autre, puiſqu'elles réſident en ſi bonne union dans la même barre de fer.

Il me reſte donc à expliquer ce qui reſte de vrai dans le fait, c'eſt-à-dire, la diminution, ou même ſi l'on

veut, l'extinction des signes d'Electricité sur la longueur de cette barre, les écoulements lumineux qu'on apperçoit aux deux extrêmités, & la différence de grandeur qu'on remarque à ces feux.

EXPLICATION.

Explication du fait réduit à sa juste valeur.

UN globe de verre ou de soufre, qu'on fait agir sur un conducteur isolé, fait deux choses en même temps: *il reçoit de lui un courant de matiere électrique* [16]; c'est ce qu'on apperçoit en *G* ou en *H*, sous la forme d'une frange ou d'une aigrette lumineuse: *il pousse une pareille matiere qui se répand dans toute l'étendue de ce même conducteur, & qui en sort de toutes parts pour se répandre dans l'air* [15].

Mais comme l'air grossier *n'est point un milieu de facile accès pour ces effluences* [8], elles cessent de s'y jeter aussi-tôt qu'elles trouvent un corps plus aisé à pénétrer; & comme ce sont elles qui déterminent les affluences, il n'y a plus de celles-ci par-tout où celles-là viennent à manquer.

Si l'on considere maintenant que

XXI. LEÇON.

le verre & le ſoufre, lorſqu'on les frotte, peuvent offrir à la matiere électrique des paſſages plus libres que l'air ne lui en préſente 7, on comprendra aiſément pourquoi la barre de fer iſolée entre nos deux globes, n'exerce plus ni attraction, ni répulſion; pourquoi elle ne donne plus d'étincelles : car ſi chaque globe frotté avec une certaine proportion, dilate ſes pores autant qu'il le faut, pour abſorber juſtement la qualité de matiere électrique, dont l'autre peut charger le conducteur, les deux courants de matiere électrique s'établiront uniquement dans l'intérieur de la barre de fer, ne ſortiront que par les deux extrémités, & rien ne refluera dans l'air ambiant; il n'y aura donc ni attraction, ni répulſion, ni étincelles, parce que ces effets ſuppoſent des effluences & des affluences.

Je ſuppoſe ici que les ſignes d'Electricité diſparoiſſent entierement ſur toute l'étendue du conducteur; s'ils n'étoient qu'affoiblis ou diminués, comme cela arrive ordinairement, il eſt aiſé de voir d'où cela

vient. Si l'un des deux globes pouſſe vers l'autre plus de matiere que celui-ci n'en peut recevoir, le reſte produira des effluences, mais en moindre quantité qu'il n'y en auroit ſans l'action du globe abſorbant. XXI. LEÇON.

Si le courant de matiere qui arrive au globe de ſoufre, eſt plus marqué, plus abondant que celui qui ſe répand ſur le globe de verre; c'eſt, comme je l'ai déja dit, *que le ſoufre frotté ou chauffé eſt plus propre à recevoir qu'à lancer le fluide électrique*; la dilatabilité de ſes pores étant plus grande que la réaction de ſes parties; le verre eſt diſpoſé tout autrement, & les deux courants s'accommodent aux diſpoſitions reſpectives & actuelles des deux globes.

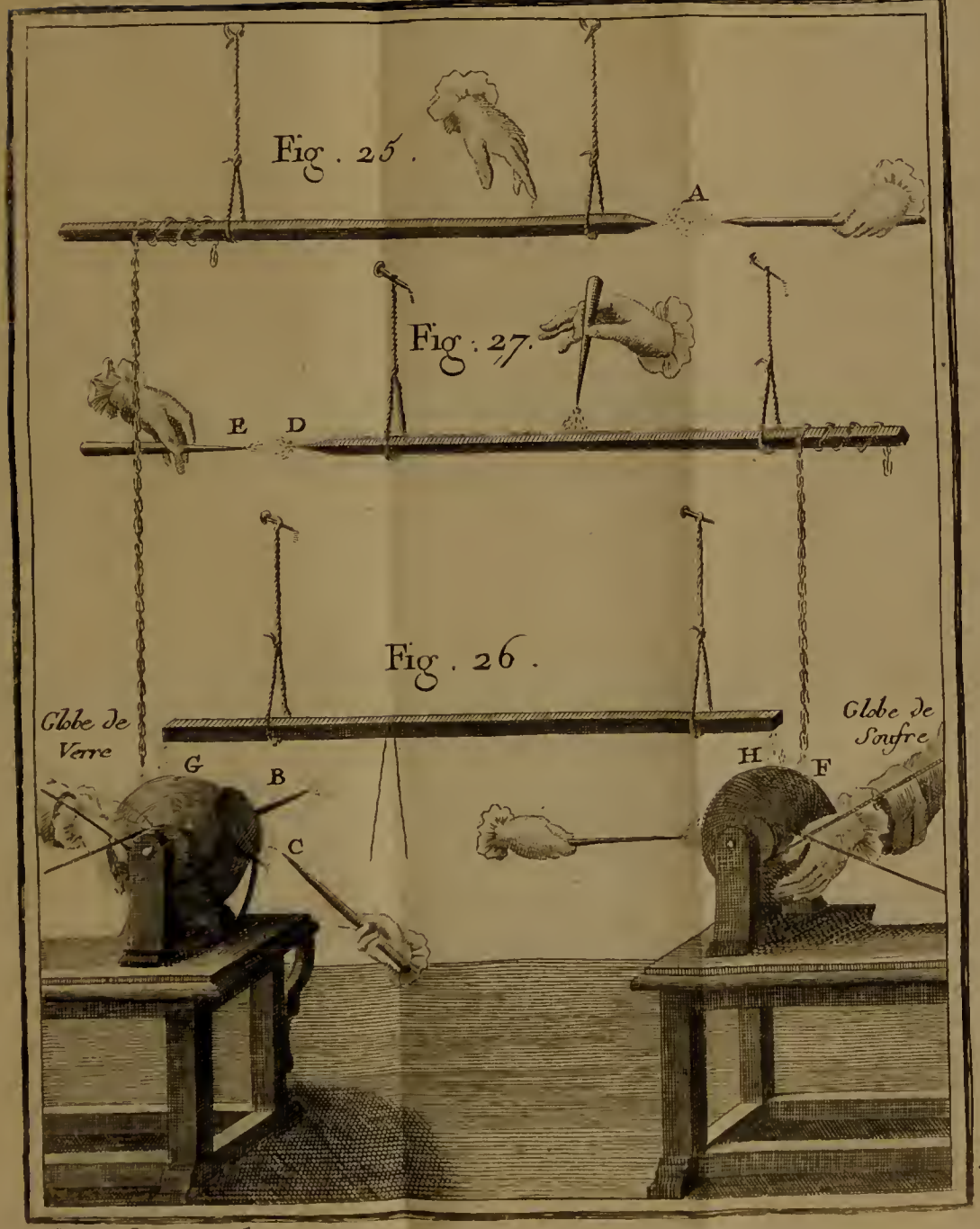
Je ne puis m'étendre davantage ſur l'explication des phénomenes électriques, ſans groſſir exceſſivement ce volume; je crois avoir compris dans cette Section les plus difficiles & les plus intéreſſants; le Lecteur qui prendra la peine de bien entendre les principes que j'ai employés, en pourra faire de lui même une application plus étendue, ſe Concluſion.

XXI. LEÇON.

rendre raison des faits dont j'aurai omis de parler, & trouver la solution des difficultés que je n'aurois pas prévues.

J'en ai dit assez sur cette matiere, pour assortir mes Leçons de Physique, qui ne sont qu'un ouvrage élémentaire ; un plus grand détail surchargeroit le commun des Lecteurs, & ne doit avoir lieu que dans un Traité *ex professo* : au reste, si l'on en veut savoir davantage, on pourra lire mon *Essai sur l'Electricité des corps ; mes Recherches sur les causes particulieres des Phénomenes électriques ;* & sur-tout mes *Lettres sur l'Electricité*, où l'on trouvera les dernieres découvertes qui ont été faites dans cette partie de la Physique, leur appréciation, & les différentes opinions qu'elles ont fait naître.

FIN.



Gobin del et Sculp

TABLE DES MATIERES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

XVIII. LEÇON.

Sur les mouvements des aſtres, & ſur les Phénomenes qui en réſultent.

PRÉAMBULE, où l'on expoſe l'objet de cette Leçon, *page* 1.
Ce que c'eſt qu'un ſyſtême aſtronomique ; & quel eſt celui qu'on ſe propoſe de ſuivre. 5.
Deſcription d'un inſtrument nommé *Orrérie*, ou PLANÉTAIRE artificiel. 8.

I. SECTION.

Dans laquelle on donne une idée générale des Phénomenes céleſtes, ſelon le ſyſtême de Copernic. 12.
I. OPÉRATION du Planétaire. *Ibid.*
APPLICATIONS. de ce qui a été repréſenté par la premiere opération du Planétaire. 14.
Diſtinctions des aſtres en deux claſſes. Etoiles fixes, planetes. *Ibid.*
Figure & couleur du Ciel étoilé. 16.
Conſtellations ; leur origine, leurs noms, leur nombre, leurs places au Ciel, &c. 22.

Différentes grandeurs des étoiles fixes, informes, nébuleuſes, voie lactée. 27.
Le Soleil, ſa nature, ſa place dans l'univers, ſes fonctions, ſa grandeur, ſa figure, ſa ſplendeur, ſes taches, ſon mouvement propre, &c. 31.
Planetes du premier & du ſecond ordre; leur nature, & leur nombre, leurs poſitions, leurs grandeurs, leurs diſtances reſpectives, leurs mouvements, leurs phaſes, &c. 36.
II. Opération du Planétaire. 48.
Applications, par leſquelles on fait voir d'où proviennent les différents aſpects des planetes, leurs conjonctions, leurs oppoſitions, leurs phaſes, &c. 49.
III. Opération du Planétaire. 53.
Applications qui font connoître la figure des *orbites*; ce qu'on doit entendre par *excentricité*, *aphélie*, *périhélie*, *moyenne diſtance*, *apogée*, *périgée*, *apſides*, &c. ce qui fait varier la grandeur apparente d'un aſtre. *Ib.*
Irrégularités apparentes dans la marche des planetes; ce qui les rend *directes*, *rétrogrades*, *ſtationnaires*, &c. 56.
IV. Opération du Planétaire. 58.
Application de cette opération, pour rendre raiſon des irrégularités apparentes des planetes, ſelon le ſyſtême de Copernic. 59.
V. Opération du Planétaire. 63.
Application de cette opération pour expliquer les irrégularités des planetes, ſuivant le ſyſtême de Ptolémée. 64.
Les Planetes s'éclipſent rarement, malgré leurs fréquentes oppoſitions & conjonctions. 66.
VI. Opération du Planétaire. 67.

APPLICATION de cette opération, pour faire voir la cause du phénomene précédent, dans l'inclinaison des orbites des planetes, 68.
Nœuds des orbites; latitude, tant septentrionale que méridionale, 69.
Cometes; leur nature & leur figure, 70.
D'où vient la rareté de leurs apparitions, 71.
Aberration de leurs orbites, par rapport à l'Ecliptique, 73.
Leurs rétrogradations, par rapport à l'ordre des signes du Zodiaque, *ibid.*
Prédictions de leur retour vérifiées, 74.

II. SECTION.

Où l'on fait connoître plus particulierement les mouvemens du Soleil, de la Terre & de la Lune, avec les phénomenes qui en résultent, 75.
VII. OPÉRATION du Planétaire, 76.
APPLICATIONS de cette opération, où il est question de la figure de la Terre, 79.
De l'horizon, tant rationel que sensible, 81.
Des pôles de l'horizon, *Zénith* & *Nadir*, & des pôles du monde, *arctique* & *antarctique*, 82.
Des différentes positions de la sphere, & des phenomenes qui en résultent, 83.
VIII. OPÉRATION du Planétaire, 96.
APPLICATIONS de cette opération, 102.
Mouvement annuel du Soleil, *ibid.*
Distinction à faire entre les signes du Zodiaque, & les Constellations dont ils portent le nom, 103.
Mouvement diurne du Soleil plus lent que celui des étoiles fixes, 106.
Effet de ce retardement, par rapport à l'aspect du Ciel étoilé, 107.

Séjour du Soleil plus long dans les signes septentrionaux, que dans les signes méridionaux, 108.
Mesure du temps, tirée des mouvements du Soleil & de ceux de la Lune, 109.
Division du temps; le jour naturel & astronomique, 110.
Temps vrai & temps moyen; différence de l'un à l'autre, 111.
Le jour artificiel ou civil; la nuit, les crépuscules, 112.
Jours de la semaine; origine de leurs noms, 115.
Mois solaires; leur nombre, leur durée, 116.
L'année solaire, commune & bissextile, 117.
Réforme du Calendrier, sous le Pontificat & par les soins du Pape Grégoire XIII, 118.
Le cycle solaire; méthode pour le trouver, 120.
Lettre dominicale; maniere de la trouver, 121.
Les saisons de l'année, la durée de chacune; les différents climats, 123.
IX. Opération du Planétaire, 127.
Applications concernant les différents mouvements de la Lune, & les phénomenes qui en dérivent, 129.
Mois périodique, & mois synodique de la Lune, 121.
Phases de la Lune, *ibid.*
Retard de la Lune dans son mouvement diurne, 134.
Jour de la Lune, ou sa révolution autour de son axe, *ibid.*
Mouvement de libration de la Lune, 135.
Latitude de la Lune, rend les éclipses plus rares. *ibid.*
Mouvement des nœuds de son orbite, contribue encore à rendre les éclipses moins fréquentes, 136.

Le cycle Lunaire ou le Nombre d'or ; méthode pour le trouver, *ibid.*
Les Epactes, maniere de les trouver, 137.
Causes des Eclipses en général, 140.
Eclipses de Lune ; comment elles deviennent *partiales*, *centrales*, *totales*, &c. *ibid.*
Eclipses de Soleil, & ce qu'elles ont de remarquable, 142.
RÉFLEXIONS sur les causes des mouvements réels qu'on observe dans le Ciel, 147.

XIX. LEÇON.

Sur les propriétés de l'Aimant.

Avant-propos, 160.
Origine, nature & qualités sensibles de l'aimant, 162.
Propriétés de l'aimant ; comment on découvre s'il a des pôles, 164.
ATTRACTION, premiere propriété de l'aimant, 165.
I. EXP. qui prouve que l'aimant attire le fer, *ibid.*
II. EXP. qui prouve la même chose, *ibid.*
Observations sur l'attraction de l'aimant, 166.
De quel métal il convient de faire les *armures* de la pierre d'aimant, *ibid.*
Différents degrés de force dans les aimants, 168.
Le fer seul attirable par l'aimant. Explication des phénomenes qui semble indiquer le contraire, 172.
Montagnes d'aimant ; ce qu'on en doit penser, 173.
RÉPULSION. seconde propriété de l'aimant, 174.
III. EXP. qui prouve que les pôles de même nom se repoussent, *ibid.*

IV. Exp. qui prouve la même chose, 175.
Observations concernant l'action de l'aimant sur le fer, *ibid.*
La vertu magnétique agit à travers toutes sortes de matieres, 176.
Applications curieuses de cette propriété de l'aimant, 178.
Communication de la vertu magnétique : troisieme propriété de la pierre d'aimant, 179.
V. Exp. qui prouve que la vertu magnétique se communique au fer, *ibid.*
Observations sur la communication de la vertu magnétique, 180.
La vertu magnétique s'affoiblit ou se perd en certain cas, 181.
Distinction des aimants en *généreux* & en *vigoureux*, *ibid.*
Procédé à observer pour communiquer la vertu magnétique, 182.
Aiguilles de boussoles ; de quoi il convient qu'on les fasse, *ibid.*
Aimants artificiels ; leur histoire & leurs différentes constructions, 183.
Direction, quatrieme propriété de l'aimant, 195.
VI. Exp. qui prouve qu'une aiguille de fer aimantée se dirige du Sud au Nord, *ibid.*
Observations sur la direction de l'aimant, 196.
Invention de la boussole, 197.
Description de la boussole ou compas de mer, 199.
Boussoles portatives & à cadran, 201.
Perfections à desirer dans la boussole, 202.
Déclinaison de l'aiguille aimantée, 203.
Inclinaison de l'aiguille aimantée ; cinquieme propriété de l'aimant, 207.

VII. Exp. qui prouve qu'une aiguille aimantée s'incline vers la Terre, 207.
Obſervations concernant l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée, 208.
Difficulté de conſtruire des aiguilles d'inclinaiſon qui ſoient comparables entr'elles, 209.
Remede contre l'inclinaiſon des aiguilles, *ibid.*
Réflexions *ſur les cauſes du magnétiſme*, 211.
VIII. Exp. qui prouve l'exiſtence d'une matiere magnétique, 212.
Réflexions ſur la matiere magnétique, 213.
Qualités de la matiere magnétique, *ibid.*
Opinions des Phyſiciens ſur la façon d'agir de la matiere magnétique, 214.
Difficultés contre ces opinions, 215.
IX. Exp. qui ſemble prouver que la matiere magnétique agit dans une direction perpendiculaire à la ſurface de la Terre, 221.
Réflexions au ſujet de cette expérience, 222.
X. Exp. qui prouve qu'il y a dans le fer, ou qu'on peut aiſément faire prendre à ce métal une diſpoſition par laquelle il devient propre à recevoir la matiere magnétique, & à favoriſer ſon action, 224.
XI. Exp. d'où l'on peut conclure la même choſe, 226.
Réflexions ſur les deux dernieres expériences, 227.
Opinion de M. Dufay au ſujet du magnétiſme, 228.
Opinion de M. de Réaumur ſur le même ſujet, 229.

XX. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

Exposition du sujet, & sa division, 234.

I. SECTION.

Sur la nature de la vertu électrique, sur les moyens de la faire naître, & sur les signes par lesquels elle se manifeste, 239.

ART. I. *Sur la nature de la vertu électrique*, ibid.

L'Electricité tant naturelle qu'artificielle est l'effet d'une cause vraiment méchanique, *ibid.*

I. PROPOSITION. *L'Electricité est l'effet d'une matiere en mouvement autour ou au-dedans du corps qu'on nomme* électrisé, 241.

I. EXP. qui prouve cette proposition, *ibid.*

II. EXP. qui prouve la même proposition, 242.

Réflexions sur l'existence, & la nature de la matiere électrique, 244.

Cette matiere n'est pas celle du corps électrisé, 245.

Ce n'est point l'air de l'atmosphere, 246.

Il y a apparence que c'est le feu élémentaire, 247.

II. PROP. *Il est très-probable que la matiere électrique est la même que celle du feu & de la lumiere*, 248.

III. EXP. qui prouve cette proposition, *ibid.*

IV. EXP. qui rend cette proposition encore plus probable, 250.

V. EXP. qui ajoute une nouvelle preuve, 251.

Réflexions sur la seconde proposition, *ibid.*

Analogie du feu élémentaire avec la matiere électrique, 253.
La matiere électrique n'eſt pas le feu élémentaire tout pur, 261.
III. PROP. *Pour l'Electricité, comme pour la lumiere, tous les corps ne ſont pas également perméables*, ibid.
VI. EXP. qui prouve cette propoſition, *ibid.*
VII. EXP. qui la prouve encore, 262.
VIII. EXP. qui ajoute aux preuves précédentes, 263.
Réflexions au ſujet de la troiſieme propoſition, *ibid.*
IV. PROP. *L'Electricité ne dilate point les corps, & n'augmente point leurs dimenſions, ou leur volume comme la chaleur*, 264.
IX. EXP. qui prouve cette aſſertion, *ibid.*
Réflexion ſur cette derniere expérience, 265.
ART. II. *Sur les moyens d'exciter ou de faire naître la vertu électrique*, 267.
La matiere électrique ſans mouvement, n'eſt point l'Electricité, *ibid.*
Origine du mot *Electricité*, ibid.
Diverſes façons d'exciter la vertu électrique; le frottement eſt la premiere de toutes, 268.
I. PROP. *De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte*, 269.
I. EXP. qui prouve cette aſſertion, *ibid.*
II. PROP. *Un degré de chaleur qui n'eſt pas capable d'amollir les corps, les rend plus propres à s'électriſer par le frottement*, 271.
II. EXP. qui prouve cette aſſertion, *ibid.*
Obſervations au ſujet de la propoſition précédente, 272.

Les métaux ne s'électrisent point par le frottement, *ibid.*
Toutes sortes de verres ne s'électrisent pas également bien, 273.
A force d'être frottés, certains verres deviennent plus électrisables, 274.
L'électrisabilité du verre ne tient point à la couleur, ni à la transparence, ni à la figure, *ib.*
Mais plutôt au degré de dureté & de cuisson, *ibid.*
Grandeur, figure, épaisseur du verre, 275.
Maniere de frotter le verre, 278.
Des frottements égaux ne suffisent pas pour électriser également différents corps, 279.
Choix des matieres qui doivent être employées à frotter les électriques, *ibid.*
Distinction à faire entre les animaux & les matieres animales, 281.
Esprits follets, & autres feux de la même matiere, 282.
Chauffer les corps qu'on veut électriser par frottement, 284.
La masse du frottoir, plus ou moins grande, n'est point une chose indifférente, 286.
III. Prop. *Les corps qui ne peuvent point s'électriser par frottement, ou qui ne s'électrisent que foiblement par cette voie, peuvent recevoir la vertu électrique par communication*, 287.
III. Exp. qui prouve cette assertion, 289.
Applications de l'expérience précédente, 291.
Conducteurs : de quelles matieres il convient de les faire, *ibid.*
De quelle grandeur, 292.
De quelle longueur, & dans quelle direction, 294.
Cerf-volant électrique : premier auteur de cette invention, *ibid.*

De quelle masse doit être le conducteur, & de quelle forme, 295.
D'une seule piece ou de plusieurs mises bout à bout, 296.
Isolement des conducteurs, 297.
De quelle matiere on doit faire les supports pour isoler, 298.
ART. III. *Des signes par lesquels la vertu électrique se manifeste*, 300.
Signes ordinaires de la vertu électrique, *ibid.*
Equivoques dans bien des cas, 301.
PROPOSITION. *Un corps que l'on n'a nullement intention d'électriser, & que l'on regarde communément comme ne l'étant pas, fait quelquefois d'une maniere très-marquée, tout ce qui annonce une forte électricité, attraction, répulsion, attouchemens d'émanations invisibles, aigrettes lumineuses, étincelles, piquûres, inflammations, &c.* 303.
I. EXP. pour prouver cette assertion, *ibid.*
II. EXP. qui prouve encore la même chose, 304.
III. EXP. qui ajoute aux deux premieres un nouveau degré d'évidence, *ibid.*
Réflexions sur les expériences précédentes, 305.
IV. EXP. nouvelle preuve de la même proposition, 307.
V. EXP. autre preuve, 311.
VI. EXP. autre preuve, 313.
VII. EXP. autre preuve, 314.
VIII. EXP. autre preuve, 316.
Réflexions sur toutes ces preuves, & nouvelles conséquences qu'on en doit tirer, 319.
Deux sortes de conducteurs, les uns isolés, les autres non-isolés, 322.
Carillon électrique : application qu'on en peut faire, *ibid.*
Electrometres cherchés sans succès jusqu'à présent, 323.

Choix des ſupports pour iſoler, 325.
Certains corps plus attirés & repouſſés que d'autres, 326.
Durée de la vertu électrique dans les conducteurs, 327.
Durée de la vertu électrique dans le verre, 329.
Signes d'Electricité dans le vuide, 330.
L'Electricité communiquée ne differe point eſſentiellement de celle qu'on excite par le frottement, *ibid.*

II. SECTION.

Dans laquelle on expoſe ce que l'expérience a fait connoître de plus certain & de plus propre à nous éclairer ſur la cauſe générale des phénomenes électriques, 332.
I. PROP. *Cette matiere ſubtile qui ſe meut autour & au dedans des corps électriſés, & que nous nommons* matiere électrique, *n'a point un mouvement circulaire ou en forme de tourbillon, comme quelques Auteurs l'avoient penſé; mais il paroît qu'elle s'élance en ligne droite, & qu'elle conſerve cette direction autant qu'elle peut*, 334.
Principe de méchanique dont on doit convenir avant que d'entrer en preuve, 335.
I. EXP. & premiere Preuve de la propoſition précédente, 336.
II. EXP. & ſeconde preuve, 337.
III. EXP. & troiſieme preuve, 338.
Obſervations à la ſuite des preuves précédentes, 339.
II. PROP. *La matiere électrique s'élance du corps électriſé, & ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance*, 340.
IV. EXP. premiere preuve de la ſeconde propoſition, & de l'exiſtence d'une matiere électrique *effluente*, 341.

V. Exp. seconde preuve de la seconde proposition, 342.
VI. Exp. troisieme preuve de la seconde proposition, 343.
Observations sur les preuves précédentes, 344.
VII. Exp. premiere preuve de la matiere *effluente*, excitée par le soufre, 346.
VIII. Exp. seconde preuve de la matiere *effluente* excitée par le soufre, 347.
IX. Exp. troisieme preuve de la matiere *effluente* excitée par le soufre, 348.
X. Exp. quatrieme preuve de la matiere *effluente* excitée par le soufre, 349.
Réflexions sur l'identité des feux électriques produits par le soufre & par les matieres résineuses, & de ceux qui sont produits par le verre, 350.
III. Prop. *La matiere qui sort des corps électrisés, n'occupe qu'une partie des pores de leur surface; ceux apparemment qui sont les plus ouverts, & les plus propres à favoriser ses éruptions*, 353.
XI. Exp. qui rend cette proposition très-probable, *ibid.*
IV. Prop. *La matiere électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux*, 355.
XII. Exp. premiere preuve de la quatrieme proposition, 356.
XIII. Exp. seconde preuve de la même proposition, 357.
XIV. Exp. troisieme preuve de la même proposition, 358.
V. Prop. *Tous les corps qu'on électrise, soit par frottement, soit par communication, reçoivent ou de l'air environnant, ou des autres*

corps voisins une matiere tout-à-fait semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux, 360.
XV. Exp. pour prouver la proposition précédente, c'est-à-dire, l'existence d'une matiere électrique *affluente*, 361.
Réflexions sur la valeur de cette preuve, 362.
Témoignages des plus habiles Physiciens électrisants sur le fait de la quinzieme expérience, 363.
XVI. Exp. dont toutes les circonstances prouvent l'existence de la matiere *affluente*, 369.
Observations & Réflexions sur d'autres phénomenes électriques, d'où l'on peut tirer de nouvelles preuves, 371.
VI. Prop. *Tout corps électrisé par frottement, ou tout conducteur isolé qu'on électrise, a autour de lui une atmosphere de ce fluide, qu'on nomme* matiere électrique, *dont les rayons animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés, les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui de l'air, ou des autres corps qui sont autour de lui*, 374.
XVII. Exp. premiere preuve de la sixieme proposition ou de la simultanéité des deux courants de matiere électrique, 375.
XVIII. Exp. seconde preuve, 376.
XIX. Exp. troisieme preuve, 377.
XX. Exp. quatrieme preuve, 378.
XXI. Exp. cinquieme preuve, 379.
XXII. Exp. sixieme preuve, 382.
Observations sur les preuves précédentes, 383.
Contestation sur la 22e expérience, *ibid.*
Faits & raisonnements qui prouvent que le résultat de cette opération est tel qu'il est énoncé aux pages 383, 384.
VII. Prop. *La matiere électrique qui sort d'un*

conducteur isolé par toutes les parties de sa surface qui n'aboutissent point au globe, vient au moins en partie & immédiatement de ce globe, & du corps qui le frotte, 387.
XXIII. Exp. premiere preuve de la proposition précédente, *ibid.*
XXIV. Exp. seconde preuve, *ibid.*
XXV. Exp. troisieme preuve, 388.
Observations à la suite de ces preuves, 389.
VIII. Prop. *La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur isolé, & que j'ai nommée* matiere affluente *ou* effluences électriques, *se rend aussi en grande partie au globe & au corps qui le frotte, d'où elle passe dans l'air environnant, ou dans les autres corps contigus*, 392.
XXVI. Exp. premiere preuve de la 8e proposition, *ibid.*
Témoignage authentique du résultat de la vingt-sixieme expérience, 393.
Eclaircissement sur une difficulté qu'on pourroit faire, 396.
XXVII. Exp. seconde preuve de la huitieme proposition, 397.
Observations sur les deux dernieres expériences, 398.
Eclaircissements pour prévenir quelques objections qu'on pourroit faire, 399.

XXI. LEÇON.

Sur l'Electricité, tant naturelle qu'artificielle.

III. SECTION.

Sur la cause générale & immédiate des Phénomenes électriques.

Réflexions préliminaires sur la difficulté d'expliquer la cause des phénomenes électriques, à ceux mêmes qui desirent le plus de la savoir, 402.

PROPOSITIONS FONDAMENTALES, *tirées de l'expérience, & à l'aide desquelles on peut rendre raison de tous les phénomenes électriques connus jusqu'à présent*, 406.

Applications de ces principes pour expliquer les phénomenes de l'Electricité, 409.

Distinction des phénomenes électriques en deux classes, *ibid.*

ART. I. *contenant les phénomenes de la premiere classe*, 409.

I. FAIT. Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire ou repousse les corps légers & libres qui sont dans son voisinage, 411.

Explication de ce fait; pourquoi les corps sont attirés, *ibid.*

Pourquoi ces mêmes corps sont repoussés, 414.

II. FAIT. Dès que le corps léger qu'on vouloit attirer a touché le corps électrique, ou qu'il s'en est seulement approché de fort près, quelque petit que soit son volume, quelque figure qu'il ait, il s'en écarte infailliblement après, 415.

Explication de ce fait, 416.
III. Fait. Un corps léger que l'on a électrisé, & que l'on tient suspendu ou flottant en l'air par l'action du corps électrique dont il s'est écarté, ne manque pas de revenir à ce même corps, aussi-tôt qu'il a été touché du doigt, ou de quelqu'autre corps semblable non-isolé, 417.
Explication de ce fait, *ibid.*
IV. Fait. Les corps électrisables par communication, mais qui ne sont point isolés, attirent les petits corps électrisés qui se présentent à eux; un homme, par exemple, avec le bout de son doigt ou un morceau de métal, attire une petite feuille d'or électrisée & flottante en l'air, 418.
Explication de ce fait, *ibid.*
V. Fait. Pendant qu'un corps léger pareil à celui du fait précédent, demeure suspendu & flottant en l'air au-dessus d'un tube de verre électrisé qu'il a touché, si on lui présente un autre tube de verre nouvellement frotté, il s'en écarte comme du premier; il s'approche au contraire d'un bâton de cire d'Espagne, d'une boule de soufre, &c. qu'on a électrisée, 419.
Explication de ce fait. 420.
VI. Fait. Un corps électrisé par frottement ou par communication, attire & repousse en même temps par le même côté de sa surface plusieurs corps légers qu'on lui présente; de sorte que les uns vont à lui, tandis que les autres s'en écartent, 426.
Explication de ce fait, c'est-à-dire, des attractions & répulsions simultanées, 426.
VII. Fait. Les attractions & les répulsions électriques, toutes choses égales d'ailleurs,

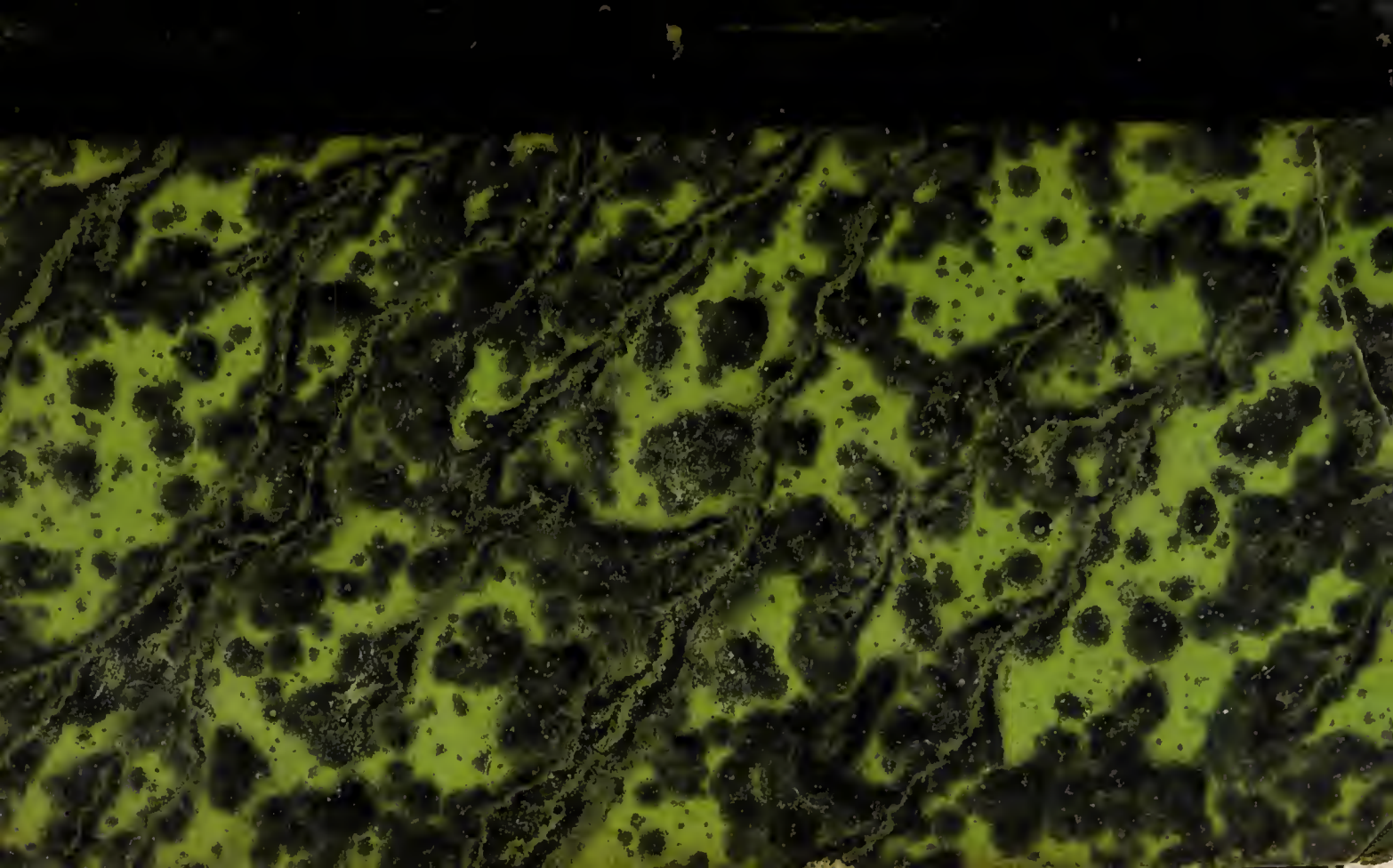
ſont plus ou moins vives, & s'étendent à des diſtances plus ou moins grandes, ſuivant la nature des ſupports ſur leſquels ſont placés les petits corps qui doivent être attirés & repouſſés, 438.
Explication de ce fait, *ibid.*
VIII. Fait. Tout ce qu'on veut électriſer par communication, doit être poſé ſur des matieres qui ne s'électriſent bien que par frottement : telles ſont le ſoufre, la cire d'Eſpagne, les réſines, la ſoie, &c. 430.
Explication de ce fait, 431.
Idée de la maniere dont les corps s'électriſent par frottement, 432.
Idée de la maniere dont les corps s'électriſent par communication, 434.
IX. Fait. Dans l'expérience d'Hauxbée, des fils arrêtés au centre d'un globe de verre électriſé, ſe dirigent en forme de rayons qui tendent à l'équateur du globe ; & d'autres fils attachés à un cerceau au-dehors, prennent une tendance convergente au centre de ce même globe, 436.
Explication de ce fait, *ibid.*
X. Fait. Certains corps ont peine à s'électriſer, les uns par frottement, les autres par communication, tandis que d'autres deviennent fortement électriques de l'une ou de l'autre maniere, 438.
Explication de ce fait, *ibid.*
XI. Fait. Quoique tout ce qui eſt léger & ſibre puiſſe être attiré & repouſſé par un corps actuellement électrique, il y a pourtant certaines matieres qui obéiſſent plus vivement que d'autres à ces attractions & répulſions, 439.
Explication de ce fait, *ibid.*

Obſervation

Observation importante à ce sujet, 440.
XII. Fait. L'Electricité se communique presqu'en un instant par une corde de 1200 pieds & plus, à laquelle on fait faire plusieurs retours; comment se peut-il faire que la matiere électrique passe si promptement d'un bout à l'autre de cette corde, & qu'elle en suive [illegible] les différentes directions? 442.
Explication de ce fait *ibid.*
XIII. Fait. Une légere humidité nuit à l'Electricité [illegible] excite par frottement; & elle en [illegible]ble, bien loin d'être nuisible à [illegible]té par communication, 444.
[illegible]plication de ce fait, 445.
XIV. Fait. L'Électrisation augmente la transpiration des animaux, accélere l'évaporation des liqueurs, & desseche les corps solides, qui ont quelque suc ou quelque humidité à perdre, 446.
Explication de ces faits, *ibid.*
XV. Fait. On augmente aussi la transpiration des animaux, & l'on fait diminuer le poids, des substances évaporables en les plaçant seulement auprès des corps qu'on électrise, 447.
Explication de ce fait, 448.
XVI. Fait. Les attractions & les répulsions ne sont pas aussi régulieres dans le vuide que dans l'air libre, 449.
Explication de ce fait, *ibid.*
Art. III. *Contenant les phénomenes de la seconde classe.*
Les Anciens ont presque totalement ignoré les phénomenes électriques de la seconde classe, *ibid.*
Les feux électriques sont plus propres que les autres phénomenes à nous éclairer sur la

nature & sur les causes de l'Electricité, 451.
I. Fait. A l'extrémité d'une barre de fer, ou au bout du doigt d'un homme qu'on électrise fortement & de suite, il paroît communément un bouquet ou une aigrette de rayons enflammés qu'on entend bruire sourdement, & qui fait sur la peau une impression assez semblable à celle d'un souffle léger, 452.
Explication de ce fait, 453.
Pourquoi ces feux ne produisent qu'un vent frais, 454.
II. Fait. Lorsqu'on approche de fort près le bout du doigt ou un morceau de métal d'un corps quelconque fortement électrisé, on apperçoit une ou plusieurs étincelles très-brillantes qui éclatent avec bruit : & si ce sont deux corps vivants que l'on applique à cette épreuve, l'effet dont je parle est accompagné d'une piquûre ou d'une commotion qui se fait sentir de part & d'autre, 456.
Explication de ce fait & de ses circonstances, *ib.*
Objection & réponse, 459.
III. Fait. Les étincelles éclatent quelquefois d'elles-mêmes, sans être provoquées par un autre corps ; cela n'est-il pas contraire aux Explications précédentes ? 460.
Explication de ce fait & des étincelles spontanées, 461.
IV. Fait. Un homme électrisé qui passe légérement sa main sur une personne non-isolée, vêtue de quelque étoffe, où il y ait de l'or ou de l'argent, la fait étinceler de toutes parts ; non-seulement elle, mais encore toutes les autres qui sont habillées de pareilles étoffes & qui se touchent ; & ces étincelles se font sentir aux personnes sur que

elles paroiſſent par des picottements qu'elles ont peine à ſouffrir, 463.
Explication de ce fait, *ibid.*
V. Fait. Une perſonne électriſée, ſur-tout ſi elle l'eſt par le moyen d'un globe de verre, allume avec le bout de ſon doigt de l'eſprit-de-vin, légérement chauffé, que lui préſente une autre perſonne non-iſolée, 467.
Explication de ce fait, *ibid.*
VI. Fait. La commotion dans l'expérience de Leyde, 470.
Explication de ce fait, *ibid.*
VII. Fait. Il faut, pour l'expérience de Leyde, que le vaſe qui contient l'eau, ſoit de verre, de porcelaine ou de grès, 475.
Explication de ce fait, 476.
Remarques ſur l'expérience de Leyde, 478.
Conſéquence à tirer de ces remarques, 484.
VIII. Fait. Un globe ou un tube de verre vuide d'air, devient tout lumineux au dedans quand on le frotte par dehors, & ne donne aucun ſigne d'électricité à ſa ſurface extérieure, *ibid.*
Explication de ce fait, 485.
Pourquoi certains Barometres ſont lumineux, 486.
IX. Fait. Un globe de verre enduit de cire d'Eſpagne par-dedans, & que l'on frotte, après l'avoir purgé d'air, devient lumineux intérieurement; & l'on apperçoit la main & les doigts de celui qui frotte, nonobſtant l'opacité naturelle de la cire d'Eſpagne, 487.
Explication de ce fait, 488.
X. Fait. Le conducteur électriſé par un globe de verre, lance des aigrettes très-épanouies; les pointes de métal qu'on y préſente, ne produiſent que des points lumineux, 489.

Circonſtances remarquables de ce fait, *ibid.*
Explication du même fait, 490.
XI. Fait. Si le couſſin ou l'homme qui frotte le globe de verre, eſt iſolé, & qu'il ait quelque partie ſaillante ou pointue qui ſe porte dans l'air; au lieu d'une aigrette, on ne voit à cette pointe qu'un point lumineux, 492.
Obſervation importante ſur ce fait, *ibid.*
Explication du même fait, 493.
XII. Fait. Quand on électriſe avec le globe de ſoufre un conducteur terminé en pointe; au lieu d'une belle aigrette, on n'apperçoit qu'un point lumineux à l'extrémité la plus reculée du globe, 494.
Explication de ce fait, *ibid.*
La différence qu'on obſerve entre les feux électriques produits par le ſoufre, & ceux que le verre fait naître, ne ſuffit pas pour établir l'exiſtence de deux Electricités eſſentiellement différentes, 496.
XIII. Fait. Un conducteur iſolé entre deux globes, l'un de verre, l'autre de ſoufre, que l'on électriſe le plus également qu'il eſt poſſible, n'acquiert, dit-on, *aucune* Electricité, ou perd *entiérement* celle qu'il a, 497.
Correctif à mettre dans l'énoncé de ce fait, *ibid.*
Obſervation importante à faire dans cette expérience, 498.
Explication du XIIIe Fait, réduit à ſa juſte valeur, 499.
Concluſion, 501.

Fin de la Table des Matieres du Tome ſixieme.